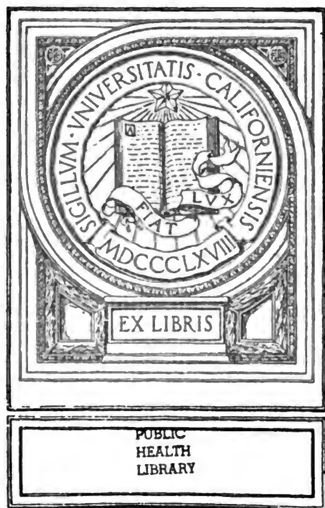
Archiv für Hygiene und Bakteriologie


SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
FIAT LVX
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS

ARCHIV

FÜR

HYGIENE.

UNTER MITWIRKUNG VON

Prof. Dr. O. BOLLINGER, München; Prof. Stabsarzt Dr. H. BUCHNER, München; Prof. Dr. R. EMMERICH, München; Prof. Dr. F. ERISMANN, Moskau; Prof. Dr. J. v. FODOR, Budapest; Prof. Dr. M. GRUBER, Wien; Prof. Dr. A. HILGER, München; Prof. Dr. F. HUEPPE, Prag; Prof. Dr. K. LEHMANN, Würzburg; Generalarzt Dr. J. PORT, Würzburg; Prof. Dr. F. RENK, Halle; Oberstabsarzt Dr. A. SCHUSTER, München; Prof. Dr. G. WOLFFHÜGEL, Göttingen.

HERAUSGEGEBEN

VON

J. FORSTER, FR. HOFMANN, M. v. PETTENKOFER, M. RUBNER,

O.Ö. PROFESSOREN DER HYGIENE UND DIRECTOREN DER HYGIENISCHEN INSTITUTE AN DEN UNIVERSITÄTEN ZU

AMSTERDAM LEIPZIG MÜNCHEN BERLIN.

EINUNDZWANZIGSTER BAND.

MÜNCHEN UND LEIPZIG.

DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG.

1894.

Inhalt.

Ueber eine durch Bacterien erzeugte Seuche unter den Forellen.

Von

Prof. Dr. **R. Emmerich** und Dr. **E. Weibel.**

(Aus dem bacteriologischen Laboratorium des hygienischen Instituts der Universität München.)

(Mit einer photolithographischen Tafel.)

Ueber epidemisch auftretende, durch niedere Pilze bedingte Krankheiten bei Fischen liegen bis jetzt nur vereinzelte wissenschaftliche Beobachtungen vor, wiewohl solche Krankheiten nicht selten vorzukommen scheinen. So zeigte sich z. B. in England und in Schottland in den Jahren 1878 und 1879 eine tödliche Seuche unter den Flussfischen (Lachsen, Forellen, Aalen), die von den Beobachtern auf einen Pilz (Saprolegnia ferax) zurückgeführt wurde, welcher sich in Form eines zarten weissen Schleiers über die Körperoberfläche ausbreitet und die Thiere in hohem Grade verunstaltet. Auch H. Hofmann beobachtete, dass Fische unter dem Einfluss der Wucherung von Saprolegnia und Mucor mucedo starben. F. A. Forel und du Plessis haben im Frühjahr 1867 und 1868 eine typhusähnliche Seuche unter den Barschen (Perca fluviatilis) des Genfer-Sees und einiger einmündender Bäche sehr genau beobachtet und beschrieben. Hunderttausende von Barschen fielen der Krankheit zum Opfer, während dieselbe andere Arten vollständig verschonte. Der Genuss des Fleisches der erkrankten Thiere war für den Menschen nicht nachtheilig. Im Blut der

kranken Fische fanden sich constant zahlreiche bewegungslose Bacterien und bewegungsfähige Vibrionen.

Alle diese Beobachtungen, bei denen man sich mit dem einfachen mikroskopischen Nachweis von Pilzen begnügte, entsprechen den Anforderungen der heutigen bacteriologischen Forschung zu wenig, um irgend welche Schlüsse auf die ätiologische Bedeutung der gefundenen Pilze zu gestatten. Denn es wurde weder festgestellt, dass dieselben für die betreffende Krankheit spezifisch waren, noch auch wurden Reinzüchtungen und erfolgreiche Infectionsversuche unternommen.

Auch die bacteriologischen Untersuchungen, welche Giaxa (Zeitschrift für Hygiene, Bd. 6, S. 215) in neuerer Zeit über die auf der Körperoberfläche von Muränen vorkommenden Geschwürsbildungen angestellt hat, sind nicht vollständig genug, um einen sicheren Schluss auf die Krankheitsursache zu ermöglichen. Derselbe hat zwar einen bestimmten Mikrococcus aus den Geschwüren rein gezüchtet, aber es gelang ihm nicht, die Krankheit durch Verimpfung der Reinculturen bei gesunden Muränen zu erzeugen[1]).

Eine ziemlich heftige, typische Infectionskrankheit, welche im Oktober 1888 in einer Fischzüchterei Süddeutschlands auftrat, gab uns Gelegenheit, genaue und erschöpfende Untersuchungen über die Krankheitsursache anzustellen. Wir glauben hierbei zur Auffindung und Isolirung einer spezifischen Bacterienart gelangt zu sein und die ätiologische Bedeutung dieses Mikroorganismus durch zahlreiche und unzweideutige Infectionsresultate gesichert zu haben. Da dies die erste Fischseuche ist, bei welcher bestimmte, durch ihre Wachsthumsverhältnisse wohl charakterisirte Bacterien als Krankheitserreger mit Sicherheit erwiesen wurden, so dürften die nachfolgenden Mittheilungen über unsere Untersuchungen für den Zoologen und den Bacteriologen von gleichem Interesse sein.

---

1) In neuester Zeit sind mehrfach Beobachtungen veröffentlicht worden, nach welchen manche Fischkrankheiten auf Protozoen (Psorospermien, Gregarinen) zurückzuführen sind, so z. B. kürzlich von Hofer (»Eine Salmoniden-Erkrankung,« Allg. Fischerei-Zeitung, 1893, Nr. 11.)

Entstehung und Verlauf der Epizootie.

Die Fischzüchterei, in welcher die Seuche auftrat, hat zahlreiche von laufendem Wasser durchspülte Teiche, sowie einen klaren Bach, dessen Strömungsgeschwindigkeit etwa 1/2 m in der Sekunde betragen dürfte. Das Wasser erweist sich bei chemischer Untersuchung als reines Quellwasser. Die Teiche und der sie speisende Bach sind nur mit Salmoniden besetzt, nämlich mit Bachforellen (trutta fario), Seeforellen (trutta lacustris), Regenbogenforellen (salmo irideus), und Bachsaiblingen (salmo fontinalis). Epidemische Krankheiten sind während des etwa zwölfjährigen Bestehens der Anstalt bis zum Herbst 1888 unter den Fischen nie aufgetreten. So wurden z. B. im Sommer 1888 nur zwei todte Fische gefunden.

In der ersten Woche des Oktober 1888 wurden in zwei Teiche, die mit Bach- und Regenbogenforellen besetzt waren, etwa 150 Stück von auswärts bezogener Bachforellen eingesetzt. Dieselben kamen angeblich (wie ausbedungen war) frisch aus freiem Bach, in Wirklichkeit aber direkt aus längerem Gewahrsam in engen Behältern, nachdem sie vorher in einem stark verunreinigten Bachwasser gelebt hatten. Bei der Ueberlieferung waren die Fische anscheinend gesund.

Kurz nach dieser Einsetzung entstand unter den Forellen jener zwei Teiche eine auffallende Sterblichkeit, so dass in den nächsten 6 Wochen im Ganzen 41 Stück verendeten. In allen andern Weihern, sowie im Bache war in diesem Zeitraum nicht ein Fisch irgend welcher Art verendet.

Mitte November begann sodann das Abfischen der Weiher zur Eiergewinnung. Die eingebrachten fremden Fische und die einheimischen kamen vermengt in kleine Bassins, um hier nach Alter und Laichreife sortirt zu werden. Die abgestreiften Thiere kamen in Weiher zurück, aber nicht mehr sortirt nach Herkunft, sondern nach Grösse.

Von dieser Vermengung an begann die grosse Sterblichkeit, zuerst in den kleinen Bassins, dann in den Weihern, in welche die vermengten Forellen zurückversetzt wurden. Bis Mitte Januar

waren etwa 400 Forellen verendet, und zwar die grössten Stücke vorzugsweise.

Nur diejenigen Teiche, deren Insassen mit den importirten oder den durch letzere inficirten Fischen nicht in einem Raume zusammen gekommen waren (Jungbrut, Bachsaiblinge, Privatbesitz), blieben nach wie vor völlig gesund. Unter diesen befand sich auch ein Weiher, der sein Wasser aus einem der beiden anfangs inficirten Teiche bekam.

Die Krankheitserscheinungen und pathologisch-anatomischen Veränderungen

waren bei allen inficirten Fischen sehr typisch und wenn auch mit verschiedenen Variationen wesentlich die gleichen.

Im Beginne der Krankheit bemerkte man an einzelnen Stellen der Körperoberfläche, besonders am Rücken und auf den beiden Seiten, kleine Schuppendefecte, welche sich als linsengrosse Stellen präsentirten. Dieselben wölbten sich allmälig etwas hervor, d. h. es entstand eine kleine Geschwulst von Erbsengrösse. Beim Durchschneiden einer solchen Geschwulst fand man anfangs eine gelblichweisse, käsige Masse in derselben, später aber blutigen Eiter. Je nachdem diese furunkelähnlichen Geschwülste oberflächlicher oder tiefer (in der Muskulatur) sassen, erfolgte der Durchbruch früher oder später.

Nach der Perforation oberflächlicher Geschwülste blieb ein flaches Geschwür zurück, welches sich allmälig bis zu Fünfpfennigstück-Grösse ausdehnen konnte. Nach dem Durchbruch tiefer liegender Geschwülste blieben Fistelgänge, aus denen eine missfarbige, blutig-eitrige Flüssigkeit aussickerte.

Im spätern Verlauf der Krankheit beobachtete man ausgedehnte Ecchymosen unter der Haut, in den Kiemen, und sehr oft in der Nähe der Afteröffnung. Häufig bildeten sich hieraus hämorrhagische Geschwüre, die dann von zahlreichen Blutpunkten in der Haut umgeben waren. Auch in den Flossen, besonders der Schwanzflosse, beobachtete man mitunter grössere Blutergüsse. Die Fische wurden nach 8 bis 10tägiger Krankheitsdauer sehr träge, standen immer an der gleichen Stelle und liessen sich leicht

mit der Hand ergreifen. In dieser Zeit entwickelten sich auch häufig auf der mit dickem Schleim überzogenen Körperoberfläche stellenweise weissliche Flocken, welche aus einem schimmelmyceläbnlichen Pilzgeflecht bestanden.

Der Tod trat gewöhnlich zwischen dem 12. und 20. Krankheitstage ein. Bei manchen Forellen ging die Krankheit, falls ausser den Schuppendefecten und vereinzelten linsengrossen Geschwülsten keine Veränderungen auftraten, in vollständige Genesung über. — Wie schon erwähnt, erkrankten und starben vorzugsweise die grossen Forellen von einem Pfund und mehr Gewicht.

Pathologisch-anatomisch musste die Krankheit als Furunkulose mit sekundärer Bildung hämorrhagisch-eitriger Herde bezeichnet werden. Führte man grössere Schnitte durch die Muskulatur, so zeigten sich auch in dieser zerstreute Hämorrhagien und wirkliche erweichte blutige Herde bis zu Bohnengrösse. In einem Falle fand sich bei einem 20 cm langen Fisch ein nahezu nussgrosser, mit missfarbig-blutigem Eiter gefüllter, nur noch von der Haut bedeckter schwappender Abscess in der Muskulatur nahe der rechten Vorderflosse. — In den innern Organen waren keine besonderen konstanten Veränderungen zu konstatiren. Nur der Darm zeigte manchmal hochgradige Injection oder gleichmässige lividrothe Färbung.

Bacteriologische Untersuchung.

Nachdem auf Grund dieser Erscheinungen mit grosser Wahrscheinlichkeit angenommen werden konnte, dass es sich bei dieser Fischseuche um eine mikrobiotische Infectionskrankheit handle, haben wir uns entschlossen, genaue bacteriologische Untersuchungen der kranken und kurz vorher verendeten Forellen vorzunehmen. Diese Untersuchungen wurden regelmässig im Laboratorium des hygienischen Instituts, und auch zweimal in der Fischzüchterei selbst ausgeführt.

Die todten Fische wurden 10 Minuten lang in 1 pro mille Sublimatlösung gelegt, dann wiederholt mit sterilisirtem Wasser übergossen und mit sterilisirtem Filtrirpapier abgetrocknet. Als-

dann wurden mit sterilisirten Instrumenten Proben aus der Tiefe der Pusteln, aus den Muskelherden, aus den Organen, sowie Herzblut entnommen, und theils zur Aussaat auf Platten, theils zur mikroskopischen Untersuchung und zur Härtung im Alkohol verwendet.

Bei allen an der Krankheit zu Grunde gegangenen Forellen konnte man schon mikroskopisch durch Ausstrichpräparate in den Pusteln, den secundären Herden, meistens auch im Herzblut und in den inneren Organen Bacillen nachweisen, welche etwa die Länge der Typhusbacillen besitzen, aber etwas dünner erscheinen als diese, und häufig in Doppelstäbchen auftreten. Namentlich in den Pusteln fanden sich zwischen Eiterzellen und zerfallenen Muskelfasern grosse Menge dieser Stäbchen. (Tafel I, Fig. 3.) Auch in den massenhaft vorhandenen Lymphzellen fand man die Stäbchen vereinzelt oder in so grosser Menge, dass sie augenscheinlich den Untergang der Zellen bewirkt hatten.

In mikroskopischen Schnitten kleiner, noch nicht zerfallener Muskelherde zeigte sich eine massenhafte Ansammlung von Lymphzellen, sowie rothe Blutkörperchen theils vereinzelt, theils in Aggregaten (Extravasaten), dazwischen zahllose Bacillen, sowohl in formlosen Haufen, als namentlich auch lange Züge bildend, welche ausläuferartig präformirten Wegen (Lymphbahnen) zu folgen scheinen. Im Bereich des Herdes findet sich regelmässig ein grösseres Blutgefäss, strotzend mit Blutkörperchen gefüllt. In der Umgebung der Infiltration sind die Interstitien der Muskelfaserbündel ebenfalls stark von Lymphzellen besetzt und vielfach auch von Bacterienzügen durchsetzt. (Tafel I, Fig. 1.)

Auf den durch Aussaat von Pustelinhalt, Muskelherden, Herzblut und Organstückchen hergestellten Gelatine-Platten entwickelten sich meistens ausschliesslich Colonien einer Bacterienart, welche einerseits mit den bei mikroskopischer Untersuchung gefundenen Bacillen morphologisch übereinstimmte, anderseits in ihrem culturellen Verhalten so charakteristische Eigenschaften darbot, dass sie leicht und sicher von allen anderen Bacterienarten zu unterscheiden ist.

Schon das Wachsthum der Colonien auf Gelatine-Platten ist sehr charakteristisch. Lässt man die Platten bei Zimmer-

temperatur stehen, so sieht man nach 2 bis 3 Tagen feine weisse Pünktchen in der Gelatine, ähnlich den Colonien der Erysipelcoccen. Nach weiteren 4 bis 5 Tagen finden sich in der Gelatine, den Colonien entsprechend, zahlreiche kleine Luftblasen, bezw. Hohlräume, auf deren Grund die Colonie liegt. Diese Gelatineplatten sehen dann solchen sehr ähnlich, auf denen sich 2 bis 3 Tage alte Colonien von Koch'schen Choleravibrionen entwickelt haben. Wie die letzteren, so lassen sich auch die Colonien der Forellenbacterien leicht in toto aus der Galatine herausheben. — Bei 80 bis 100 facher Vergrösserung sehen die Colonien ebenso gross oder ein wenig grösser aus, als jene der Erysipelcoccen. Der Rand ist jedoch nicht scharf gerundet, sondern unregelmässig und später deutlich gezackt. Die Farbe der Colonie erscheint weisslichgrau mit einem schwach gelblichen Ton, später mehr bräunlich. Die Zeichnung ist ausgesprochen schuppen- oder rosettenförmig. Die oberflächlichen Colonien besitzen einen eigenthümlichen Lichtglanz.

Die Gelatine-Stichcultur ist vielleicht charakteristischer als die aller anderen Bacterien. In den ersten Tagen bildet sich im Verlauf des Impfstichs ein zarter Flor von Colonien von genau dem gleichen Aussehen wie die Gelatinestichcultur der Erysipelcoccen. Auf der Oberfläche ist, wie bei jenen, keine Entwicklung wahrzunehmen. Allmälig nun, vom 5. bis 7. Tage ab, beginnt entsprechend dem Verlauf des Stichs die Bildung eines dünnen, luft- oder gasgefüllten Hohlkanals. Zuerst treten einzelne Gasblasen auf, die bald confluiren und schliesslich einen länglich- trichterförmigen Substanzverlust in der Gelatine darstellen mit eigenthümlich ausgebuchteten, wie von Gasblasen gebildeten Wandungen. Die obere Mündung des Trichters ist wenig erweitert, etwa linsen- bis pfenniggross, mit scharfen, steil abfallenden Rändern. Im tiefsten, engsten Theil des Trichters findet sich oft ein durch weissliches Bacteriensediment getrübter Flüssigkeitstropfen; ferner sieht man in den blasenförmigen Ausbuchtungen des Kanals vielfach zarte weissliche Anflüge von Bacterienentwicklung. Dieses Bild ist so eigenartig, wie es noch bei keiner anderen Bacterienart beobachtet werden konnte. Man

gewinnt unmittelbar den Eindruck, als würde die Gelatine von den Bacterien förmlich aufgezehrt und in Gas verwandelt. (Fig. 2.)

Ebenso charakteristisch zeigt sich diese »Verzehrung« der Gelatine bei Anlage oberflächlicher Strichculturen. Nach einigen Tagen findet man an Stelle des Impfstrichs einen scharf begrenzten matten Streifen, ähnlich dem Bilde, wenn ein Tropfen ätzender Flüssigkeit über eine blanke Metallplatte gelaufen ist. Nach und nach vertieft sich dieser Streifen, ohne sich wesentlich zu verbreitern; der Grund wird rauher, während die Ränder stets gleich scharf und steil bleiben. Die Bacterienentwicklung ist nur bei genauem Zusehen als vereinzelte, zarte, weissliche Flecken in dem unebenen Grunde zu entdecken. — Als wir einmal ein kleines Stück anscheinend gesunden Muskelfleisches von einer erkrankten Forelle in ein Reagensglas auf die Oberfläche der Nährgelatine gebracht hatten, schien nach einigen Wochen das Fleischstückchen sich förmlich in die Gelatine eingefressen zu haben, d. h. es lag in einer beinahe trockenen Aushöhlung eingesunken, welche die aus der Muskelsubstanz herausgewucherten Bacterien hervorgebracht hatten.

Wie bemerkt, möchte man bei Beobachtung dieser eigenthümlichen Wirkung auf die Gelatine an eine wirkliche Vergasung derselben denken — als Gegenstück zu der Verflüssigung durch andere Bacterien. Gegen diese Auffassung spricht, dass bei völlig gehinderter Verdunstung (Zuschmelzung des Culturglases) man thatsächlich kein Verschwinden der Gelatine, sondern eine langsame, zähe Verflüssigung bekommt. Die Flüssigkeit ist bei durchfallendem Lichte deutlich und scharf von der unveränderten Gelatine abzugrenzen, und bietet (bei Stichculturen) genau dieselbe Trichterform mit den zahlreichen rundlichen Ausbuchtungen wie der luftgefüllte Hohlraum. Es liegt also nahe, die scheinbare Vergasung durch eine Verflüssigung zu erklären, welche so langsam erfolgt, dass die Verdunstung der Flüssigkeit gleichen Schritt damit halten kann. Aber auch so einfach dürfte der Vorgang nicht sein, da andere, ebenso langsam verflüssigende Bacterien diese gleichzeitige Verdunstung eben nicht zeigen. Die Erklärung dieser merkwürdigen Erscheinung muss also noch

weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben, und wir begnügen uns, dieselbe als einen, für unsere Bacterienart höchst charakteristischen Zug hinzustellen.

Auch in Nährbouillon bietet das Wachsthum ein prägnantes Bild. Die Bouillon selbst bleibt ganz klar, und nur nahe der Oberfläche bildet sich an der Wandung des Reagensglases eine feine Trübung, die bei leichter Erschütterung sehr langsam als wolkige Flocke zu Boden sinkt. Am Boden sammelt sich allmälig ein reichliches weissliches Bacteriensediment an. Jede gleichmässige Trübung der Bouillon ist ein Zeichen von Verunreinigung.

Auf Agar-Agar wachsen die Bacterien ebenfalls gut (aber nicht im Brütschrank, s. u.). Es bildet sich ein ziemlich dichter schleierartiger Streifen entsprechend dem Impfstich, und auch auf der Oberfläche eine flache, feuchtglänzende, unregelmässig begrenzte Auflagerung von graugelblicher Farbe, die nach mehreren Wochen im Centrum sich bräunt. Gleichzeitig wird der obere Theil der Agarmasse von einem durchsichtigen braunen Farbstoff durchsetzt.

Auf der Kartoffel scheint es zur eigentlichen Entwicklung nicht zu kommen. Die darauf verimpften Bacterien findet man nach einigen Tagen als unförmlich aufgetriebene, spindel- und wurstförmige Involutionsformen.

Als Wuchsformen treten in Culturen Ovalformen, kurze und längere Stäbchen, sowie auch (selten) Fäden auf. (Tafel I, Fig. 4.)

Was den Einfluss der Temperatur betrifft, so ist unser Bacterium auf niedrigere Grade angepasst. Bei Brüttemperatur findet überhaupt kein Wachsthum statt. Hält man z. B. ein frisch geimpftes Agargläschen im Brütschrank, so ist selbst nach mehreren Tagen noch keine Entwicklung wahrzunehmen; lässt man es sodann weiterhin bei Zimmertemperatur stehen, so tritt alsbald die gewöhnliche Entwicklung ein. Das Optimum dürfte zwischen 10° bis 15°C liegen. Die untere Grenze der Wachsthumsmöglichkeit scheint erst mit dem Gefrierpunkt gegeben zu sein.

Die Bacterien wachsen ebenso gut bei Sauerstoffabschluss als bei dessen Zutritt.

Dauerformen scheinen sie nicht zu bilden. Wenigstens genügte bei unseren Versuchen eine kurze Erhitzung auf 60° C, um eine Cultur zu tödten.

Bei Behandlung nach Gram entfärben sie sich. Im Uebrigen nehmen sie die gewöhnlichen Anilinfarbstoffe gut auf.

Im hängenden Tropfen zeigt sich nur Brown'sche Molecularbewegung.

Infections-Versuche.

Nachdem somit festgestellt war, dass bei den vorliegenden Erkrankungen ausnahmslos ein bestimmter wohl charakterisirter Mikroorganismus zu finden war, suchten wir ein zweites Glied für den Beweis der ursächlichen Bedeutung desselben zu liefern durch Uebertragung von Reinculturen auf gesunde Fische. Wir schlugen hiezu drei Wege ein:

1. Direkte Impfung auf das Thier (subcutan oder intramusculär);

2. Einbringung des Infectionsstoffes in das Wasser, in welchem gesunde Forellen lebten;

3. Zusammenbringen kranker geimpfter Forellen mit gesunden in demselben Behälter.

Nach der ersten Methode wurden 10 Forellen, ferner 2 Karpfen und eine Aesche inficirt. Es wurden hiezu Bouillonculturen verwendet, und zwar wurden hievon 1 Tropfen bis zu einem Cubikcentimeter mittelst sterilisirter Spritze injicirt.

Um das Resultat einer solchen Impfung zu zeigen, geben wir hiemit den Bericht über eine am 22. März 1889 inficirte Forelle. An diesem Tage wurden einer 32 cm langen, kräftigen Forelle an drei verschiedenen Stellen der linken Seite je 2 bis 3 Tropfen einer Bouillon-Reincultur unter die Haut eingespritzt. Nach 8 bis 10 Tagen bildeten sich auf den Injectionsstellen weisse, schimmelartige Wucherungen, und gleichzeitig zeigte sich auch über dem Rücken, an der Wurzel der Rückenflosse, auf beide Körperseiten übergreifend, ein weisslicher, anfangs spinnwebenartig, später dichter und mehr schimmelartig aussehender Belag. Nach und nach entstanden auf dem Körper

der Forelle fast überall solche zerstreute Pilzinseln. Der Fisch war dabei lange Zeit munter, wenigstens lebhaft und kraftvoll in seinen Bewegungen. Am 8. April wurde er todt gefunden (Bauchseite nach oben, Maul nahe der Oberfläche, Schwanzende nach abwärts gesenkt).

Die Section ergab Folgendes: Auf der linken Rückenseite, etwas vor und unterhalb der Rückenflosse finden sich drei flache, etwas über linsengrosse, unregelmässige, scharf begrenzte Substanzverluste der Haut (Injectionsstellen). Der Grund derselben besteht aus grauröthlichem Muskelgewebe. Die oben beschriebenen, schimmelähnlichen Wucherungen zeigen sich bei mikroskopischer Untersuchung als ein Geflecht von Pilzmycelien, die sich mit Jod gelbbraun färbten. Dazwischen liegen zahlreiche schlanke, leicht gekrümmte Stäbchen, sowie auch kürzere und dickere Bacillen. Nachdem die Pilzrasen durch Waschen mit Sublimatlösung und sterilisirtem Wasser entfernt sind, erscheinen die betreffenden Stellen als rauhe, von Oberhaut ganz entblösste, hellgelbe, von der graulichen Umgebung deutlich abstechende Flecken. Sonst finden sich bei Besichtigung der Aussenfläche keine Veränderungen. In den Kiemen sind zahlreiche blutige Herde; viele Kiemenstrahlen sind blutig infarcirt. Auf der Innenfläche der Kiemendeckel zahlreiche sehr kleine Ecchymosen.

Darauf wird die Musculatur beiderseits durch viele parallele, senkrecht auf die Sagittalebene geführte Schnitte in Streifen zerlegt. An den drei, den Injectionsstellen entsprechenden Geschwüren auf der linken Seite finden sich beim Einschneiden nur geringe Veränderungen nach der Tiefe Bloss die nächste Umgebung ist etwas dunkler gefärbt als die normale Muskulatur. Dagegen trifft ein Schnitt dorsalwärts von der vordersten Injectionsstelle auf eine subkutane, mit dünner missfarbiger Flüssigkeit gefüllte Höhle, welche sich etwa 5 cm weit (bis an den Anfang der Schädelknochen) nach vorne erstreckt und in dem medianen Spaltraum zwischen rechts- und linksseitiger Rückenmuskulatur etwas in die Tiefe dringt. Genau in der Mittellinie der linken Körperseite finden sich an zwei Stellen erbsen- bezw. bohnengrosse erweichte hämorrhagische Herde. Ein ebensolcher

sitzt tief in der Muskulatur etwas nach vorn von der Afterflosse Auf der rechten Seite trifft man zunächst in der Brustmuskulatur mehrere kleine, bis linsengrosse, blutig imbibirte und leicht erweichte Herde. Weiter rückwärts, dicht vor und unterhalb der präkaudalen »Fettflosse« sitzt unter der etwas vorgewölbten Haut ein bohnengrosser, blutig-eitriger Abscess, und im Zusammenhang damit eine subcutane, längliche, mit blutig-missfarbiger Flüssigkeit gefüllte Höhle, von der Schwanzflosse bis fast an die Rückenflosse reichend, ganz ähnlich der auf der linken Seite gefundenen, in den medianen Spaltraum der Rückenmuskulatur eindringend.

Das Herz ist beinahe blutleer; in der Brusthöhle eine spärliche, dünne, hellröthliche Flüssigkeit. Leber gelbbraun, mit kleinen Hämorrhagien. Milz dunkelroth, leicht zerreisslich. Auf der vordern Wand der Schwimmblase zahllose Ecchymosen. Darm dunkelblauroth; Schleimhaut besonders im untern Abschnitt höchstgradig injicirt, sammtartig; Inhalt schleimig. Niere schwarzgrau, sehr brüchig.

In Ausstrich-Deckglas-Präparaten vom Gewebe der Impfstellen, von der Flüssigkeit aus den hämorrhagischen Erweichungsherden und der Brusthöhle, von Niere, Milz, Leber finden sich massenhaft Bacillen, wie bei den an spontaner Erkrankung gestorbenen Forellen. Durch die Züchtung wurde die Indentität derselben mit den zur Infection benützten sichergestellt. Die von Herzblut, Nierengewebe, Kiemenherden bereiteten Gelatineplatten waren von sehr zahlreichen, typischen Colonien der injicirten Bacterien besäet. (Auf den von den Injectionsstellen gemachten Platten wuchs in diesem Falle nichts, wahrscheinlich in Folge der Sublimatwaschung.) Besonders massenhaft entwickelten sie sich auf den mit Flüssigkeit aus den hämorrhagischen Herden beschickten Platten. Dagegen keimten sie auf einer, mit einem anscheinend gesunden Muskelstück hergestellten Platte in geringerer Zahl auf.

Aus diesen Resultaten ging hervor, dass durch die künstliche Infection mit Reincultur genau die gleiche Krankheit und dieselben pathologisch-anatomischen Veränderungen erzeugt worden waren, wie sie bei der natürlichen Infection auftreten.

Bei allen übrigen, in ähnlicher Weise durch Impfung inficirten Fischen zeigte sich ausnahmslos dasselbe Resultat. Stets erfolgte nach mehrwöchentlicher Zwischenzeit der Tod. Die anatomischen Veränderungen waren im Wesentlichen stets dieselben, namentlich die multiple Bildung secundärer hämorrhagischer Erweichungsherde. Auch gelang ausnahmslos der culturelle Nachweis der injicirten Bacterien in den Organen, im Blut und den Krankheitsherden.

Nach diesen positiven und überzeugenden Impfungserfolgen suchten wir weiterhin zu entscheiden, ob es nicht möglich sei, durch einen der natürlichen Erkrankung ähnlicheren Infectionsmodus, d. h. durch direktes Eingiessen der Reincultur in das fliessende Wasser eines Forellenbehälters die Krankheit zu erzeugen.

Zum ersten derartigen Versuche diente eine grosse, vom Münchener Leitungswasser durchspülte Badewanne, deren Boden mit einer 2 bis 3 cm hohen Sand- und Kiesschicht bedeckt war. In der Wanne befanden sich schon 14 Tage vor dem Versuche 4 Forellen, die eine 22, die andere 29, die dritte 31, die vierte 33 cm lang. Die Fische waren sichtlich gesund und sehr lebhaft. Am 2. Mai 1889 wurde das Wasser bis auf etwa 150 l abgelassen und der Boden etwas aufgerührt, so dass das Wasser leicht durch suspendirte Theile getrübt war. Dadurch sollte erzielt werden, dass die eingegossenen und theilweise an den schwebenden Trübungsstoffen haftenden und mit diesen zu Boden sinkenden Bacterien in der Wanne zurückgehalten wurden. Nachdem in die erwähnte Wassermasse 10 gut entwickelte Bouillon-Reinculturen in der Gesammtmenge von etwa 150 ccm zugegossen waren, wurde der Wasserhahn wieder etwas geöffnet, so dass das Wasser langsam zuströmte, die Wanne nahezu vollfüllte und fortwährend (Tag und Nacht) durchströmte. Die Forellen, welche mit frischem Fleich und Regenwürmern gefüttert wurden, schienen sich anfangs ganz gut zu befinden. Deswegen wurde der Versuch am 14. Mai genau unter den gleichen Umständen wiederholt und nochmals 10 Bouillonculturen in die Wanne gegossen.

Am 19. Mai bemerkte man bei einer genauen Besichtigung der Fische bei der 31 cm langen Forelle eine hämorrhagische, etwas mehr als hanfkorngrosse Pustel in der hier von Schuppen entblössten Haut der linken Seite, 2 bis 3 mm von der Schwanzflosse entfernt; die 33 cm lange Forelle hatte einige flache Exulcerationen am Maul. Am 23. Mai hatte sich jenes, einer Milzbrandpustel ganz ähnliche Bläschen in ein flaches linsengrosses Geschwür umgewandelt, und rechts von der Rückenflosse, einen halben Centimeter von dieser entfernt, war eine linsengrosse Erhabenheit zu bemerken, über welcher die Schuppen fehlten.

Am 28. Mai, also 26 Tage nach dem ersten Eingiessen der Culturen, wurde die 31 cm lange Forelle todt gefunden. Bei der Section zeigten sich äusserlich die schon erwähnten Veränderungen; ausserdem war ein Strahlenbüschel der Schwanzflosse schmutzigroth verfärbt. Beim Einschneiden in die Pustel nahe der Rückenflosse entleerten sich einige Tropfen einer missfarbigen, blutigeitrigen Flüssigkeit, und auf der linken Seite mündete ebenfalls, einen halben Centimeter von der Rückenflosse entfernt, ein von einer Eiterhöhle ausgehender Fistelgang, aus welchem etwas von der erwähnten Flüssigkeit aussickerte. In den Kiemen waren zahlreiche Hämorrhagien. Der Darm war lividroth gefärbt und enthielt schwach blutig gefärbten Schleim. Am 29. Mai wurde die 29 cm lange Forelle tot gefunden, und am 3. Juni verendete die grosse 33 cm lange Forelle. Bei beiden waren die pathologisch-anatomischen Erscheinungen auch ganz ähnlich denen, welche bei den spontan erkrankten Forellen gefunden wurden. — Die kleine, 22 cm lange Forelle war noch am 10. Juni lebend und anscheinend ganz gesund. Nachdem sie getödtet war, fand man am Maul einige Exulcerationen und eine leicht erhabene, von Schuppen entblösste Stelle am Rücken nahe dem Kopf. Beim Einschneiden schien das Gewebe (Muskeln) normal zu sein, und Bacterien waren weder mikroskopisch noch durch Platteneulturen nachweisbar.

Bei den drei verendeten Forellen dagegen entwickelten sich aus den mit Eiter, Herzblut, Leber, Milz u. s. w. beschickten Platten zahlreiche Colonien der ins Wasser gegossenen Bacterien.

Bei einem zweiten, im Februar 1890 ausgeführten Versuche wurden in einen grossen Steintrog, auf dessen Boden sandiger Kies lag, zwei Forellen, ein Karpfen und ein Aal eingesetzt. Nachdem die Thiere drei Wochen hindurch gesund geblieben waren, wurde am 25. Februar das Wasser bis auf 150 l abgelassen und etwa 75 ccm Bouilloncultur der inzwischen wieder frisch aus erkrankten Forellen gezüchteten Bacterien eingegossen. Nach einer halben Stunde wurde der Wasserhahn wieder geöffnet, so dass der Behälter rasch vollgefüllt, und in der Folge von frischem Wasser beständig durchspült wurde. Acht Tage später wurde der Versuch wiederholt, d. h. es wurden nochmals 75 ccm Bouilloncultur dem Wasser beigemischt. Am 12. März zeigten sich auf der Körperoberfläche einer Forelle und des Aals einige weisse, flockige Flecken. Am 20. März starb die Forelle, und obgleich man ausser einigen Hämorrhagien in der Haut und den Kiemen, einer Ulceration am Maul und starker Injection der Darmschleimhaut keine Veränderungen auffinden konnte, waren die specifischen Bacterien doch sehr zahlreich im Herzblut mikroskopisch nachweisbar, und auf den mit Herzblut und Organgewebe besäeten Gelatineplatten entwickelten sich die Colonien derselben in grosser Zahl. — Der Aal, der Karpfen und die zweite Forelle blieben am Leben.

Durch diese Versuche war also entschieden, dass der Infectionsstoff auch ohne directe Einimpfung einfach aus dem Wasser aufgenommen werden kann. Ob diese Aufnahme durch die Verdauungswege, oder auf der Körperoberfläche durch kleine (bei Fischen nicht seltene) Verletzungen, Schürfungen u. dergl. erfolgt, ist aus dieser Beobachtung noch nicht zu entnehmen, doch macht dieselbe verständlich, dass die fraglichen Bacterien sehr leicht Massen-Erkrankungen hervorzubringen im Stande sind.

In Frage der Möglichkeit einer directen Uebertragung der Krankheit von kranken auf gesunde Fische machten wir öfters den Versuch, in dem gleichen Behälter neben den durch Impfung inficirten Forellen auch eine gesunde zu halten. Von vier solchen Forellen wurden drei infolge dieses Zusammenseins von der gleichen Krankheit befallen, welche in allen drei

bacterien inficirt. Dieselbe schien bis zum 7. April ganz gesund zu sein. An diesem Tage fand man sie am Boden des Behälters, auf der Seite liegend. Durch Einleiten eines kräftigen Wasserstrahls gelingt es jedoch, sie auf einige Augenblicke zur Bewegung, ja zum kräftigen Herumschwimmen zu bringen, worauf sie aber plötzlich wie ohnmächtig niedersinkt und auf der Seite liegt. Dieser Zustand währt den ganzen Tag über. Am folgenden Tag liegt die Forelle auf der Seite todt am Boden des Behälters. Die Injectionsstelle ist durch eine leicht schmutzig-röthliche Verfärbung kenntlich, aber keine Schwellung daselbst bemerkbar. Sonst findet sich äusserlich nichts Abnormes. Beim Einschneiden in die Injectionsstelle findet sich ein erweichter Herd von schmutzig-röthlichem Inhalt, von 3 bis 4 cm Länge; in den davon hergestellten Deckglaspräparaten zahlreiche Bacterien von der Form derjenigen, welche injicirt worden waren. Trotz zahlreicher Einschnitte in die Muskulatur ist ein weiterer Herd im ganzen Körper nicht zu finden. Auch in den Kiemen und den inneren Organen sind keine Veränderungen, namentlich keine Hämorrhagien. Im Herzblut und in der Leber sind mikroskopisch keine Bacterien nachweisbar; vereinzelte in der Milz. Bei der Revision der mit Eiter von der Injectionsstelle, mit Muskel-, Leber- und Milzstückchen und Herzblut angelegten Gelatineplatten fand sich auf den ersten eine kolossale Menge von Colonien der injicirten Darmbacterien, während sie auf den Milz- und Herzblutplatten nur sehr spärlich (8 bis 10 an der Zahl) erschienen, und auf den Leberplatten ganz fehlten.

Sowohl der Verlauf als die Zeitdauer der Krankheit unterscheiden sich in diesem Falle wesentlich vom Verlauf und der Zeit des tödtlichen Ausgangs bei der spontanen oder künstlichen Forellenseuche. Noch viel mehr sind aber die pathologisch-anatomischen Veränderungen verschieden; denn abgesehen von der einzigen, freilich bedeutenden lokalen Veränderung an der Impfstelle fand sich bei der mit den Darmbacterien inficirten Forelle nichts Abnormes. Offenbar fanden die in beträchtlicher Masse injicirten Bacterien, vielleicht infolge eines Blutergusses, an der Impfstelle einen günstigen Boden zur Vermehrung. Diese Lokalerkrankung

hat sodann, wahrscheinlich infolge Resorption toxischer Stoffe, zum Tode geführt.

Auch der Bacterienbefund war ausserhalb der Impfregion überall entweder negativ oder höchst spärlich. Die wenigen Colonien, die sich aus Herzblut und Milz entwickelten, stehen in schroffem Gegensatz zu der Massenhaftigkeit, in welcher bei der Forellenseuche die specifischen Bacterien in allen Körpergeweben vorhanden waren. Die Bacterien aus dem Forellendarm scheinen sich somit zu einer Allgemeininfection nicht zu qualificiren. Sie verhalten sich wohl im Körper wie verschiedene andere Saprophyten (z. B. Bact. coli commune), die in grosser Menge injicirt, zwar pathogene Wirkung haben, in geringer Menge aber unschädlich sind. — Eine wichtige Thatsache ist ferner, dass alle Versuche, eine Infection durch einfaches Eingiessen von Bouillonculturen der Darmbacterien in das Wasser bei Forellen herbeizuführen, ein negatives Resultat ergaben, obgleich einmal 20, und 8 Tage später sogar 30 Bouillonculturen in eine verhältnismässig kleine Wassermenge gegossen wurden. Eine natürliche Infection wird also durch die Darmbacterien nicht erfolgen können.

Ganz anders bei den Bacterien der Forellenseuche — wie wir dieselben nach den mitgetheilten Thatsachen wohl mit Recht bezeichnen dürfen —; diese besitzen offenbar eine hochgradige Infectiosität, insofern auch kleine Impfmengen unter stets gleichen Erscheinungen sicher zur Erkrankung und zum Tod führen, und sogar spontane Aufnahme des Infectionsstoffes aus dem umgebenden Medium in den Organismus leicht erfolgt; eine Infectiosität, die an die des Milzbrandes bei Warmblütern erinnert. — Ferner finden die Bacterien der Forellenseuche im ganzen Körper Verbreitung; in allen Organen, im Blut, in scheinbar gesundem Muskelfleische lassen dieselben sich massenhaft nachweisen. Die so zahllreichen sekundären Herde, welche nach subcutaner Impfung auftreten, und die oft hochgradigere Entwicklung und Veränderung zeigen als der primäre Herd, beweisen, dass die Bacillen rasch in die Circulation eindringen und dadurch (vielleicht embolisch) überallhin verschleppt werden.

Fassen wir das Hauptergebnis unserer Untersuchung zusammen, so haben wir es mit einer Krankheit bei Forellen zu thun, die geradzu als epidemische Furunkulose mit Ausgang in Septiko-Pyämie bezeichnet werden muss, und als deren Ursache eine bestimmte Bacterienart anzusprechen ist, die sich durch sehr charakteristische biologische Eigenschaften, sowie durch eine hochgradige Infectiosität auszeichnet.

Von grossem Interesse ist endlich noch die Thatsache, dass genau ein Jahr nach der ersten Epidemie in der gleichen Fischzüchterei und in den gleichen Monaten (Oktober 1889 bis Januar 1890) die Seuche abermals, wenn auch gelinder auftrat. Auch bei dieser Epidemie wurden aus zahlreichen schwerkranken und verendeten Forellen die wohlbekannten Bacterien des vorigen Jahres rein gezüchtet.

Es macht sich also auch bei dieser Seuche ein sogenanntes »zeitliches Moment« geltend, dessen Ursache möglicherweise im Befruchtungsakt zu suchen ist. Die Epidemie fiel beidemale in die Laichzeit, und es ist bekannt, dass die Forellen in der Laichperiode oft lange beisammen stehen und sich gegenseitig mit den Körperseiten berühren und reiben. Es scheint auch thatsächlich das Vorhandensein von sog. »Unterständern« (Bretterbedeckungen in der Mitte der Weiher), unter welchen sich die Fische zu Hunderten ansammeln, die Heftigkeit der ersten Epidemie mitbedingt zu haben, während der Entfernung derselben vielleicht die frühzeitigere Beendigung der zweiten zu verdanken ist.

Wie sich die Bacterien der Forellenseuche im Körper von Warmblütern verhalten, haben wir nicht untersucht. Es ist jedoch kaum anzunehmen, dass sie bei solchen eine pathogene Rolle spielen könnten, da, wie bemerkt, eine Vermehrung bei Bruttemperatur auf künstlichen Nährböden nicht stattfindet.

Nachschrift. Vorstehender Aufsatz wurde im Herbst 1890 schon fertig gestellt. Inzwischen konnten wir weiter verfolgen, wie die Seuche in der betreffenden Anstalt regelmässig jedes Jahr zur gleichen, oben angegebenen Zeit (Oktober bis Januar)

sich wiederholte bis einschliesslich Winter 1892 auf 1893. In jenem Winter trat sie sogar ganz besonders heftig auf. Alle Gegenmaassregeln, namentlich auch die peinlichste Reinhaltung der Weiher, hatten nichts genützt. Die mit ebensoviel Eifer als Sachverständnis von leitender Stelle fortgesetzten Bemühungen sollten aber schliesslich doch von Erfolg gekrönt werden. Durch gründliche Beobachtungen der einzelnen Epidemieen war man darauf gekommen, dass die Krankheit unzweifelhaft jeweils ihren Ausgang nahm von einem bestimmten Teich, und es zeigte sich weiter, dass eben dieser Teich allein in einem ganz sumpfigen Terrain lag. Hieraus liess sich erklären, dass das Wasser dieses Teiches, trotz häufiger Reinigung und trotz reinen Zuflusses, doch immer wieder von dem umgebenden Boden Verunreinigungen und pathogene Bacterien aufnehmen konnte. Man beschloss also, durch ausgiebige Drainage des Untergrundes die Umgebung des Teiches trocken zu legen. Dieser Plan wurde im Sommer 1893 ausgeführt und zwar mit dem besten Erfolge: Der Boden war in kürzester Zeit trocken, die Entsumpfung eine vollständige und zur kritischen Zeit bei Beginn des Winters blieb die gewohnte Epidemie aus. Bis jetzt (Mitte Januar) ist keine einzige Erkrankung weder in dem genannten Teiche noch in einem andern Wasser vorgekommen und der Gesundheitszustand in der ganzen Anstalt überhaupt ein ausgezeichneter, so dass man annehmen darf, das Uebel mit der Wurzel ausgerottet zu haben.

Vom hygienischen Standpunkt wird man in diesem Falle ein ebenso lehrreiches wie originelles Beispiel von sanitärer Bedeutung der Bodenbeschaffenheit sehen, und das erzielte Resultat definiren können als »Assanirung eines Fischwassers durch Canalisation des umgebenden Bodens«.

München, Januar 1894.

Untersuchungen über die Infectiosität des Choleravibrio und über sein Verhältnis zum Vibrio Metschnikowii.

Von

Dr. Emil Weibel.

(Aus dem bacteriologischen Laboratorium des hygienischen Instituts der Universität München.)

Bei den Versuchen über die Wirkung des Choleravibrio auf Thiere wurde schon lange die Erfahrung gemacht, dass die Pathogenität dieses Mikroorganismus quantitativ und qualitativ bedeutende Unterschiede zeigen könne. Verschiedene Experimentatoren haben mit Culturen verschiedener Herkunft oft sehr verschiedene Resultate erzielt. Auch ist sichergestellt, dass eine und dieselbe Cultur ihre Virulenz ändern, z. B. durch längere Fortzüchtung auf künstlichen Nährböden mehr oder weniger verlieren kann. Man hat sich vielfach bemüht, die Bedingungen und Ursachen solcher Aenderungen experimentell zu untersuchen, und namentlich haben sich eine Reihe von Forschern mit Versuchen abgegeben, die pathogene Wirksamkeit des Choleravibrio auf Thiere künstlich zu steigern.

Zur Steigerung der Virulenz der Choleravibrionen sind principiell zwei verschiedene Wege eingeschlagen worden. Nach dem einen Princip suchte man ausserhalb des Thierkörpers Culturbedingungen zu schaffen, durch welche der Vibrio giftigere Eigenschaften gewinnen sollte. So benützte Hueppe[1]) mit Erfolg die Züchtung im geschlossenen Hühnerei (auf genuinem Eiweiss mit

1) Centralbl. f. Bact., Bd. IV, S. 80.

Luftabschluss), während Gruber[1]) zwar das Wachsthum auf Eiweiss für wirksam zur Virulenzsteigerung fand, die dauernde Anaërobiose dagegen eher für abschwächend erklärte; und Haffkine[2]) will eine zunehmende Virulenz gerade dadurch erreicht haben, dass er vibrionenhaltiges Peritonealexsudat ausgiebig der Luft aussetzte. Löwenthal[3]) erhielt giftige Culturen durch Züchtung auf einem Nährboden, welcher Pankreassubstanz und Leguminosenstoffe enthielt, Zäslein[4]) erreichte dasselbe durch Wachsthum auf einfachem, stark alkalisirtem, nicht sterilisirtem Pankreassaft.

Ein zweites Princip der Virulenzsteigerung besteht darin, den abgeschwächten Mikroorganismus im Thierkörper selbst wieder virulent werden zu lassen, wozu es nöthig ist, den letzteren zunächst durch einen schädigenden Eingriff zu schwächen und dadurch künstlich für die Wirkung des Virus empfänglicher zu machen. Durch Passirung einer Reihe derart behandelter Thiere sollten die Bacterien an den betreffenden thierischen Organismus genügend angepasst werden, um auf demselben, auch ohne schädigende Vorbehandlung, sich zu vermehren und alle ihre vitalen Eigenschaften, einschliesslich der Production spezifischer Toxine, vollkommen entfalten zu können. Jener schädigende Factor bestand z. B. in der Auswahl eines sehr empfindlichen Organs als Infectionsstelle, wie Lunge, Peritonealhöhle — Gamaleïa[5]), Gruber[6]) u. A. —, oder man combinirte die Infection mit einer gleichzeitigen oder vorausgeschickten Einverleibung steriler Choleraculturen (Gamaleïa)[7]), ein Princip, welches auch für andere Infectionserreger als ein die Empfänglichkeit förderndes Moment nachgewiesen wurde von Courmont.[8]) Gamaleïa[9])

1) Ueber intraperit. Chol.-Infection bei Meerschweinchen, Arch. f. Hyg., Bd XV, S. 241.

2) Soc. de biol. à Paris, 16. VII. 92.

3) Semaine médic. 1888, 34.

4) Sulla vaccin. del colera, Rivista clin., 1890.

5) Comptes rendus 1889; Annales de l'Institut Pasteur, 1889, 11.

6) Arch. f. Hyg., Bd. XV, S. 241.

7) Annales de l'Institut Pasteur, 1889, 11.

8) Revue de méd. 1891, Nr. 10.

9) IX. internat. Congress. Berlin 1890.

hat denselben Erfolg erreicht bei den gegen Cholera sonst sehr refractären Kaninchen durch hinzugefügte Injectionen steriler Culturen fremder Bacterien, z. B. des Prodigiosus, sowie einfacher chemischer Giftstoffe (Papaïn, Pancreatin, Methämoglobin, Natrium-Nitrit und Nitrat). — Uebrigens ist im Princip auch jenes einfachste und bekannteste Verfahren hierherzurechnen, virulenzschwache Culturen wieder wirksamer zu machen, indem man zunächst mit sehr grossen Mengen Infectionsstoffes eine Erkrankung zu erzwingen sucht. Der prädisponirende Factor liegt dabei einerseits in der Potenzirung des verletzenden Eingriffs, anderseits in der schädlichen Wirkung von Giftstoffen, welche mit den grossen Culturmengen eingeführt werden — theils fertig, theils im Thierkörper aus absterbenden Bacterienzellen frei werdend —; worauf die überlebenden Bacterien in dem dadurch geschwächten Organismus sich entwickeln können.

Meine Versuche, die in Folgendem mitgetheilt werden sollen, gingen von dem zweiten Princip aus. Sie bezweckten also, die Pathogenität des Choleravibrio zu steigern durch Verimpfung auf Thiere, deren Widerstandsfähigkeit durch künstlichen Eingriff oder physiologisch eine geringere war. Dieser Weg lag schon deshalb näher, weil es mir darum zu thun war, nicht nur die Virulenz im eigentlichen Sinne, d. h. die Fähigkeit der Giftproduction, zu erhöhen, sondern wirkliche Infectionen zu erzeugen, — eine wichtige Unterscheidung, auf die wir später noch zurückkommen werden. Künstlich wurde die Widerstandsfähigkeit herabgesetzt theils durch Anwendung grosser Infectionsmengen, theils durch Combination der Choleraimpfung mit anderweitigen Infectionen (Mischinfection), theils durch Einverleibung steriler Cholera- oder fremder Culturen. Eine physiologische geringere Resistenz war vorauszusetzen bei sehr jungen Thieren.

Als Versuchsthiere dienten weisse Mäuse und Tauben. Meerschweinchen, die sonst für Choleraversuche meist beliebten Thiere, kamen nur ausnahmsweise zur Verwendung, und eigentlich nur zum Zwecke des Vergleichs mit den von anderer Seite gemachten Erfahrungen. — Als Infectionsmaterial benützte ich stets Bouillonculturen, die 30 bis 36 Stunden lang im Thermostaten bei 37° C.

gewachsen waren und mit steriler Spritze injicirt wurden. Ich konnte in der seitens anderer Experimentatoren bevorzugten Verwendung von Agarcultur, die ösenweise dosirt und in steriler Flüssigkeit aufgeschwemmt wird, keinen Vortheil erblicken, auch nicht die Möglichkeit der genaueren Dosirung. Wenn man die Nährbouillon stets gleichmässig herstellt, und namentlich innerhalb derselben Versuchsreihe nur Proben gemeinschaftlicher Herstellung benützt, so darf man jedenfalls bei gleich alten Culturen auf ziemlich gleichen Bacteriengehalt rechnen. Ueberdies handelte es sich nicht um Feststellung feiner Unterschiede, sondern erheblicher Aenderungen der pathogenen Wirksamkeit, auf welche allein Werth gelegt wurde. — Die Injectionen geschahen bei Mäusen subcutan, bei Tauben in den Brustmuskel. Ich bevorzugte diese Art der Einverleibung gegen die intraperitoneale, eben weil es mir darum zu thun war, eine wirkliche Infection, also eine Vermehrung der Vibrionen im Thierkörper, zu erzeugen und constatiren zu können. Bei Injection in die serösen Höhlen liegt, wegen deren grosser Resorptionsfähigkeit, eher die Möglichkeit vor, dass die toxische Wirkung das Bild beherrschen und durch raschen Vergiftungstod eine eigentliche Infection gar nicht zu Stande kommen lassen könnte. — Bei jedem tödlich verlaufenen Fall wurde selbstverständlich die Reinheit der Infection mittelst Plattenverfahrens in üblicher Weise geprüft.

Es dürfte kaum nöthig sein, mich gegen die Intention zu verwahren, die so erzeugten Erkrankungen der Versuchsthiere mit der menschlichen Cholera oder auch mit der experimentellen Darmcholera bei Meerschweinchen identificiren zu wollen. Abgesehen von den anatomischen und klinischen Verschiedenheiten beider Processe scheint mir die wesentliche Unterscheidung beider begründet durch die einwandsfreien Versuche von Pfeiffer und Wassermann[1]), sowie von Sobernheim[2]), nach welchen die künstliche Immunität gegen Impfcholera keinen Schutz verleiht

---

1) Unters. über das Wesen der Chol.-Immunität, Zeitschr. f. Hygiene, Bd. XIV, S. 46.

2) Experim. Untersuch. über Choleragift etc., Zeitschrift f. Hygiene, Bd. XIV, S. 484.

gegen die Darmcholera, sowie eine überstandene Darmcholera das Thier gegen die traumatische Infection nicht immunisirt, — und endlich durch die nach meiner Ansicht wohlbegründete und bis jetzt keineswegs widerlegte Auffassung Emmerichs[1]), dass die menschliche Cholera in der Hauptsache eine Nitritvergiftung ist.

Trotzdem dürften Studien über die Infectionsfähigkeit des Cholerabacillus bei Thieren nicht jeden Zweck verloren haben. Solange auf dem Gebiete der Cholerafrage in bacteriologischer wie epidemiologischer Hinsicht noch Zweifel und Widersprüche bestehen, haben alle Versuche Berechtigung, die Naturgeschichte des angenommenen Krankheitserregers zu vervollständigen. Je vielseitiger die Kenntnis der Lebensverhältnisse und Wirkungen des Choleravibrio ist, um so eher werden die Fragen zu beantworten sein, die direct oder indirect mit dem richtigen Verständnis der menschlichen Cholera zusammenhängen.

So ergab sich auch aus den angestellten Versuchen von selbst die Erörterung einer nicht unwichtigen Frage, nämlich der Frage nach dem Verhältnis des Choleravibrio zum Vibrio Metschnikowii. Bekanntlich wollte Gamaleïa den letzteren nicht als eine neue, vom Choleravibrio zu trennende Art betrachten, da er die morphologischen und culturellen Unterschiede nicht für zureichend hielt und namentlich auch in der Wirkung auf Thiere keine fundamentale Verschiedenheit fand; er glaubte, die Virulenz des Choleravibrio künstlich so steigern zu können, dass er auf Tauben ebenso wirke wie der V. Metschnikowii. Endlich behauptete G. die Möglichkeit, Thiere durch Cholera gegen V. Metschnikowii zu immunisiren und umgekehrt. Er fasste also die beiden als »physiologische Varietäten einer Species« auf. Dieser Auffassung trat Pfeiffer[2]) mit grosser Entschiedenheit entgegen, indem er einerseits die morphologischen und biologischen Differenzen scharf hervorhob, anderseits durch zahlreiche Versuche zu dem Resultate kam, dass Cholera gegen Tauben jeder Pathogenität entbehre, und eine solche auch nicht künstlich erlangen

1) Münch. med. Wochenschr. 1893, Nr. 25—26.

2) Ueber den V. Metschn., Zeitschr. f. Hyg., 1889, S. 347. — Ueber das Verhalten der Choleravibr. im Taubenkörper, ebendas, 1889, S. 259.

könne. Ebensowenig vermochte er die wechselseitige Immunisirungsmöglichkeit zu bestätigen. Diesen Ergebnissen zufolge werden heutzutage wohl ziemlich allgemein beide Vibrionen als verschiedene Arten auseinandergehalten. Zur Unterscheidung beider wird weniger Gewicht auf die Form- und Wachsthumsunterschiede, als vielmehr auf das verschiedene Verhalten gegen Thiere, namentlich gegen Tauben, gelegt, und zwar in der strikten Fassung, dass V. Metschnikowii bei Tauben, subcutan oder intramuskulär eingebracht, mit Sicherheit tödliche Septicämie erzeuge, während V. Cholerae bei dieser Anwendungsweise vollständig unwirksam sei. Da es mir gelang, den Choleravibrio wenigstens auf einen gewissen Grad von Pathogenität gegenüber Tauben zu bringen, sah ich mich dazu geführt, die anscheinend entschiedene Frage über die Artverschiedenheit der beiden Vibrionen neu aufzuwerfen, und in diesem Sinne auch einige Versuche über die immunisirende Wirkung überstandener Cholerainfectionen gegen V. Metschnikowii anzustellen.

Für die grosse Freundlichkeit, mit der mir im hygienischen Institut durch Herrn Geh. R. Prof. v. Pettenkofer und Herrn Prof. Dr. Emmerich die Gelegenheit und die Mittel zur Ausführung dieser Arbeiten gewährt wurden, fühle ich mich verpflichtet, hiemit den wärmsten Dank auszusprechen.

I. Infectionsversuche an weissen Mäusen.

Versuchsreihe A.

Diese Versuche gingen aus von einer Cultur („α“ bezeichnet), die von Hamburg stammte, und seit Anfangs September 1892 auf Nährgelatine fortgezüchtet worden war. Die Cultur hatte von ihrer Virulenz erheblich eingebüsst derart, dass Meerschweinchen erst auf 4 bis 5 ccm Bouilloncultur, intraperitoneal eingespritzt, erlagen. Es sollte nun versucht werden, die Virulenz und Infectionsfähigkeit zu steigern durch »Passage« einer Reihe von Thieren unter Anwendung so hoher Anfangsdosen, als zur Erzielung einer tödlichen Wirkung nothwendig war.

Von einer 36 stündigen, im Brutschrank gewachsenen Bouilloncultur erhält 17. XI. 92. eine weisse Maus (1) subcutan am Rücken 0,5 ccm injicirt. Keine sichtbare Erkrankung.

Maus (2) erhält 0,8 ccm derselben Cultur. Ist am nächsten Tage matt, frisst nicht; in den folgenden Tagen wieder völlige Genesung.

Maus (3) erhält 1,0 ccm einer gleichen Cultur. Am nächsten und darauffolgenden Tage schwer krank; am 3. Tage Morgens Tod. An der Injectionsstelle geringe Röthung, wenig Schwellung; in dem ausgestrichenen Saft davon mikroskopisch viele Vibrionen. In Ausstrichpräparaten vom Herzblut, Milz u. s. w. nur ganz vereinzelte Vibrionen zu finden. Auf Platten von der Injectionsstelle wachsen nur Choleracolonien; eine Bouilloncultur von derselben Stelle gibt üppige Reincultur. Davon erhält

Maus (4) 0,8 ccm. Tod unter ähnlichem Verlaufe am 3. Tage. Befund wie beim vorigen Thier. Von einer aus der Injectionsstelle angelegten Bouilloncultur wird

Maus (5) 0,7 ccm und gleichzeitig Maus (6) 0,3 ccm injicirt. Letztere erkrankt, bleibt aber am Leben, während Maus (5) nach 2 Tagen todt ist. An der Injectionsstelle ödematöse Schwellung und Röthung, darin viele Kommabacillen. Von einer aus dieser Stelle angelegten Boillloncultur erhält

Maus (7) 0,5 ccm; Tod am Abend des folgenden Tages. Starke, gallertige blutig-imbibirte Schwellung am Rücken, von Vibrionen massenhaft erfüllt. In dünn ausgestrichenem Deckglaspräparat vom Herzblut durchschnittlich etwa 1 Kommabacillus im Gesichtsfeld.

Maus (8) erhält 0,3 ccm Bouilloncultur aus Maus (7) Impfstelle. Am nächsten Morgen schwer krank, apathisch, sehr schwach, kalt anzufühlen. Mittags Tod. Lokale Veränderung sehr hochgradig; bedeutende Schwellung, blutig sulziges Oedem. Von einer hieraus gefertigten Bouilloncultur erhalten

Maus (9) 0,1 ccm subcutan und ein Meerschweinchen (I) 2,0 ccm intraperitoneal injicirt. Die Maus ist am nächsten Tage deutlich krank, am Rücken stark geschwollen, erholt sich aber wieder. Nach 6 Tagen zeigt sich an der Injectionsstelle ein linsengrosses Hautstück schwarz, nekrotisch; stösst sich unter Eiterung ab. — Meerschweinchen (I) am nächsten Morgen todt gefunden. In der Bauchhöhle etwa 6 ccm trübröthlicher, viscider Flüssigkeit, von Vibrionen in Reincultur wimmelnd. Von diesem Exsudat erhält sofort

Maus (10) 0,2 ccm subcutan und ein Meerschweinchen (II) 1,0 ccm in die Bauchhöhle. Die Maus erkrankt und erholt sich wie Maus (9) mit nachträglicher Hautnekrose. Das Meerschweinchen stirbt in der folgenden Nacht; Befund wie bei Meerschweinchen (I). Von dem Peritonealexsudat erhält direct

Maus (11) 0,2 subcutan und Meerschweinchen (III) 0,5 ccm in die Bauchhöhle. Beide Thiere bleiben am Leben.

Maus (12) erhält 0,2 ccm Bouilloncultur aus dem Exsudat des Meerschweinchens (II); erkrankt schwer; enorme Schwellung und nachträgliche Nekrose am Rücken, aber Genesung.

Maus (13) bekommt 0,4 ccm Bouillon-Reincultur (von der Gelatineplatte) aus Meerschweinchen (I) stammend. Am Abend des folgenden Tages Tod. Der ganze Rücken ist eingenommen von einem blutrothen, durchscheinenden sulzigen Oedem, darin massenhaft Vibrionen. Herzblut zeigt je 1 bis 2 Kommabacillen

in jedem Gesichtsfeld eines dünnen Ausstrichpräparates. Von einer Bouilloncultur aus dem Herzblut erhält

Maus (14) 0,25 ccm. Am Morgen des übernächsten Tages todt gefunden. Befund wie bei voriger.

Maus (15) bekommt 0,2 ccm und Maus (16) 0,3 ccm einer Bouilloncultur aus Maus (14). Erstere bleibt am Leben, die zweite stirbt nach 2 Tagen.

Maus (17) erhält 0,4 ccm Bouilloncultur aus Maus (16). Am nächsten Morgen todt. Befund wie bei (13).

Maus (18) inficirt mit 0,3 ccm Cultur aus (17). Tod in 24 Stunden.

Maus (19) erhält 0,3 ccm und Maus (20) 0,2 ccm Cultur aus (18). Erstere stirbt nach 2 Tagen, die zweite am 3. Tage.

Maus (21) erhält 0,3 ccm Cultur aus (19); von derselben Cultur wird einem Meerschweinchen (IV) 1,0 ccm in die Bauchhöhle injicirt. Letzteres am folgenden Morgen todt; vibrionenreiches Bauchhöhlen-Exsudat. Die Maus stirbt am folgenden Tage nach der Impfung.

Maus (22) bekommt 0,25 ccm subcutan und ein Meerschweinchen (V) 0,5 ccm intraperitoneal einer Bouilloncultur von Maus (21). Beide Thiere bleiben am Leben, die Maus nach schwerer Erkrankung und mit Nekrose an der Infectionsstelle. — Schliesslich erhält noch

Maus (23) 0,5 ccm Bouilloncultur (von der Platte) aus Maus (21). Am andern Morgen moribund, bald darauf todt. Rücken unförmlich aufgeschwollen durch ein hochrothes, sulziges Oedem, bis zum Bauch sich ausdehnend; darin multiple kleine Ecchymosen und mikroskopisch massenhaft Vibrionen. Im Blut Vibrionen ziemlich verbreitet, je mehrere im Gesichtsfeld eines dünnen Ausstrichpräparats. Aus einer sehr kleinen Oese Herzbluts, in Gelatine übertragen und gerollt, wachsen etwa 40—50000 Choleravibrionen, rein.

Die Cultur, welche anfangs erst in einer Dosis von 1,0 ccm eine Maus tödtete, in der Menge von 0,5 ccm ganz unwirksam war, hatte schon nach mehrmaliger Passage des Thierkörpers die Fähigkeit erlangt — vgl. Maus (8) — in der Dosis von 0,3 ccm eine tödliche Infection herbeizuführen. Eine weitere Steigerung gelang aber nicht; selbst nach noch achtmaligem Durchgang durch den Thierkörper war eine niedrigere Dosis als 0,3 ccm nicht sicher tödlich.

Versuchsreihe B.

Auch diese wurde begonnen mit derselben, wenig virulenten Cultur „α“. Diesmal sollte der Infectionsstoff, in an sich unwirksamer Dosis, in Wirkung kommen gegen einen bereits anderweitig inficirten Organismus; es sollte also die Cholerainfection combinirt werden mit einer anderen, vorausgeschickten oder gleichzeitigen Infection, und zwar sollte diese durch Strepto-

coccen geschehen. Da mir augenblicklich virulente Culturen solcher nicht zur Hand waren, erinnerte ich mich, dass nach meinen wiederholten Beobachtungen der Mundschleim oder Zungenbelag bei akuten katarrhalischen Affectionen der obern Luftwege häufig sehr virulente Streptococcen enthält. Dass die Infection eine durchaus reine Streptococceninfection würde, schien mir für den beabsichtigten Zweck zunächst nicht nöthig. Ich versuchte es also mit diesem mir zufällig zur Verfügung stehenden Material und zwar, wie sich zeigen wird, mit dem gewünschten Erfolg.

Maus (24) erhält 5. XII. 92, Vormittags, in eine Hauttasche nahe der Schwanzwurzel eine kleine Platinöse Zungenbelags eingeimpft. Gegen Abend, als das Thier schon deutlich krank erscheint, werden an einer andern Stelle des Rückens 0,5 ccm einer 32stündigen Bouilloncultur von »α« injicirt. — Am nächsten Morgen ist das Thier todt. An der ersten Impfstelle missfarbige Schwellung, mikroskopisches Präparat davon zeigt fast ausschliesslich Diplo- und Streptococcen. An der Stelle der Cholerainjection kaum eine Veränderung zu sehen, doch zeigt ein Ausstrichpräparat davon viele Kommabacillen. Präparate von Herzblut und Organen zeigen vereinzelte Coccen; Kommabacillen nicht mit Sicherheit zu finden. Gelatineplatten von der Cholerainjectionsstelle lassen nur Choleracolonien erscheinen; Agar- und Gelatineplatten von der andern Impfstelle ergeben fast ausschliesslich Colonien eines sehr lange Ketten bildenden Streptococcus.

Maus (25) wird wie die vorige zuerst mit Zungenbelag geimpft, dann erhält sie abends 0,3 ccm einer Bouilloncultur, die Tags vorher direct aus der Injectionsstelle von Maus (24) angelegt worden war und mikroskopisch eine Reincultur von Cholerabacillen schien. — Am folgenden Morgen Thier todt. Befunde und Culturergebnisse wie beim vorigen Versuch.

Maus (26) erhält 0,5 ccm einer Mischung, welche zu gleichen Theilen aus einer von Maus (24) gewonnenen Streptococcen-Reincultur und einer Cholera-Reincultur aus Maus (25) bestand. Am nächsten Tag ist das Thier schwer krank, abends moribund. Am folgenden Morgen todt gefunden. An der Injectionsstelle röthliches Oedem, enthält Kommabacillen und Coccen, und vereinzelte Stäbchen. Im Herzblut und den Organen spärliche Kommabacillen und Coccen, aber mehr Stäbchen. Letzterer Umstand dürfte, wie der Geruch der Leiche, auf beginnender Fäulniss beruhen. Auf Platten wachsen ausser den injicirten Bacterien noch Colonien ähnlich B. coli commune.

Maus (27) erhält wie die vorige 0,5 ccm einer Mischung von Streptococcen- und Cholera-Bouillon (letztere eine Reincultur aus voriger Maus). Tod am Abend des nächten Tages. Mikroskopische Untersuchung und Culturen ergeben nur Streptococcen und Cholera.

Maus (28) sollte nunmehr dazu dienen, die Wirksamkeit der reinen Cholera zu erproben. Sie erhält 0,5 ccm Reincultur (von der Platte) aus Maus (27). Es wurde dabei übersehen, dass die Maus trächtig war. Am folgenden Tage erfolgt Abortus; Abgang von 3 todten, etwa halb ausgetragenen

Föten. Mutterthier sieht dabei krank und schwach aus. Zwei Tage später Tod. An der Injectionsstelle starkes, bis an den Bauch ausgedehntes blutig-sulziges Oedem, sehr viele Kommabacillen und weniger zahlreiche Stäbchen enthaltend. Rechtes Uterushorn grösser als linkes, äusserlich diffus geröthet mit zahlreichen punktförmigen Hämorrhagien. Im Innern desselben krümlig-eitriger Inhalt, im Präparat viele Kommabacillen und Stäbchen zeigend. Im Blut und den Organen wenig Bacterien. Auf Gelatineplatten von Injectionsstelle, Herzblut und Uterusinhalt wachsen ausser Choleracolonien noch solche einer Proteus-Art. — Auch dieser Fall verlief also nicht als Rein Infection. Wahrscheinlich ist anzunehmen, dass die Proteusinvasion erst post abortum stattfand und im Verein mit den Cholerabacillen eine puerperale Entzündung des Uterus mit nachfolgender Allgemeininfection bewirkte.

Maus (29) erhält 0,5 ccm Cholera-Reincultur aus Maus (28), angelegt von einer Gelatineplatte vom Uterusinhalt. Wird schon am Morgen des folgenden Tages todt gefunden. Kolossales Oedem, den ganzen Rücken bis an die Bauchseite einnehmend, von typischem Aussehen. Im Herzblut zeigt ein dünn ausgestrichenes Deckglaspräparat 1 bis 2 Kommabacillen im Gesichtsfeld. Culturen von Injectionsstelle und Herzblut ergeben die Reinheit der Infection.

Maus (30) erhält subcutan 0,3 ccm einer Reincultur, die auch von Maus (28) stammt, und gleichzeitig ein Meerschweinchen (VI) 1,0 ccm derselben Cultur in die Bauchhöhle. Beide sterben, Befund wie gewöhnlich.

Es war also gelungen, die Cholera auf dem Wege der Mischinfection rasch auf dieselbe Höhe der Infectionsfähigkeit zu bringen, die in der ersten Versuchsreihe erreicht worden war. Auch das Krankheitsbild und die pathologisch-anatomischen und bacteriologischen Befunde stimmten vollständig mit den dort constatirten überein.

Weiterhin versuchte ich dann, ob die erzielte, bei Maus (30) festgestellte Pathogenität sich steigern liesse durch die Combination der Cholerainfection mit Proteus. Hiezu kam ich durch die Beobachtung bei Maus (28). Die Versuche geschahen theils in der Weise, dass lebende oder sterilisirte Porteusculturen, aus Maus (28) stammend, der Cholerainjection vorausgeschickt oder beigefügt wurden, theils durch Injection von Bouillonculturen, in denen Proteus und Cholera zusammen gewachsen waren. Es zeigte sich, dass solche combinirte Infectionen sehr deletär wirkten, aber eine Steigerung der Wirksamkeit der Cholera liess sich dadurch nicht erzielen, weshalb ich eine detaillirte Wiedergabe dieser Versuche unterlasse.

Versuchsreihe C.

Hierzu wurde eine Choleracultur benützt (in der Folge mit „β" bezeichnet), die seit Jahren im Laboratorium fortgezüchtet worden war und deren Herkunft nicht mehr mit Sicherheit fest-

zustellen war. Es konnte bei derselben jedenfalls eine sehr geringe Virulenz vorausgesetzt werden. Die Absicht war nun — genau wie in Versuchsreihe A — zunächst mit sehr grossen Culturmengen die Möglichkeit einer Infection anzustreben und dann bei zunehmender Virulenz die Dosis zu verringern.

Eine Maus (31) erhält 1. III. 93. subcutan 1,0 ccm einer 36stündigen Bouilloncultur von Cholera »β«. Es folgt keine Erkrankung.

Ein Meerschweinchen (VII) bekommt gleichzeitig 3,0 ccm derselben Cultur intraperitoneal; ebenfalls ohne Wirkung.

Eine Maus (32) erhält 2,0 ccm (je 1,0 ccm an zwei getrennten Stellen) einer gleichen Cultur. Am andern Tage hat sie verklebte Augen, ist matt u. s. w. Die folgenden Tage tritt deutliche Besserung ein, aber am 5. Tage stirbt sie doch. Section (gleich nach dem Tode): Am Rücken sind die Infectionsstellen nur durch zwei, etwas hyperämische Stellen unter der Haut kenntlich. Ausstrichpräparate vom Gewebssaft dieser Stellen zeigen weder Kommabacillen noch andere Bacterien. In den Pleurahöhlen Exsudat; in den Lungen beiderseits derbe, dunkelrothe Herde. In denselben und im Exsudat zeigen Ausstrichpräparate massenhaft plumpe Stäbchen. Auf einer Gelatineplatte, zu welcher möglichst viel Gewebssaft von den Injectionsstellen verwendet wurde, wuchsen etwa 200 Choleracolonien; eine Bouilloncultur von diesen Stellen wuchs üppig als Cholera-Reincultur. Platten aus den Lungenherden lieferten massenhaft Colonien einer Art Kurzstäbchen, keine Cholera.

Maus (33) erhält 1,5 ccm der Bouilloncultur, die aus voriger Maus gewachsen war. Vorübergehende Erkrankung, dann rasche Erholung.

Diese Versuche hatten keinen andern Erfolg, als dass sie den so gut wie vollständigen Mangel an Virulenz der Cultur „β“ erwiesen. Dass Maus (32) nicht an der Cholerainfection erlegen ist, ergab die Section zweifellos, welche pleuropneumonische Affectionen auf ganz anderer bacterieller Ursache nachwies. Noch grössere Mengen zu injiciren, schien keinen Sinn zu haben, da die bei Maus (32) verwendete Menge schon ziemlich das Maximum darstellen dürfte, das man einer mittelgrossen Maus subcutan einverleiben kann, ohne durch den traumatischen Eingriff selbst das Thier zu tödten. Deshalb wurde sofort übergegangen zu

Versuchsreihe D.

Die ganz avirulente Cultur „β“ sollte virulent werden — analog den Versuchen der Reihe B — durch den begünstigenden Einfluss einer gleichzeitigen andern Infection, wozu ich diesmal ein septicämisches Virus, den Schweinerothlauf, wählte.

Eine eintägige Bouilloncultur der in Rede stehenden Cholera »β« wurde am 12. III. 93 morgens mit einer Oese Schweinerothlauf-Bouillon inficirt und wieder dem Thermostaten übergeben. Abends wird von dieser Cultur einer Maus (34) subcutan 1,0 ccm eingespritzt. Deutliche Erkrankung erst nach zwei Tagen; am dritten Tage Tod. An der Injectionsstelle geringes, blasses Oedem, darin sehr viele Rothlaufbacillen, Kommas nur ganz vereinzelt. Im Blut nur Rothlauf.

Maus (35) erhält 1,0 ccm einer Bouilloncultur, die direct aus »Injectionsstelle Maus (36)« stammt und im Präparat vorwiegend aus Kommabacillen besteht. Am folgenden Tage schwer krank; am Morgen darauf todt. Befund wie beim vorigen Fall, aber Cholerabacillen an der Injectionsstelle viel zahlreicher. Von der Injectionsstelle werden Platten gemacht und von einer Cholera-Colonie eine Reincultur in Bouillon angelegt. Von dieser Reincultur erhält

Maus (36) nachmittags 1,0 ccm. Am andern Morgen todt. An der Injectionsstelle hellrothes Oedem, mit massenhaften Kommabacillen im Präparat. Auch im Herzblut zeigt ein dünn ausgestrichenes Deckglaspräparat meist mehrere Kommabacillen in einem Gesichtsfeld. Plattenculturen erweisen die Infection als rein. Eine Esmarch-Rollplatte, zu der eine sehr kleine Oese Herzblut verwendet worden war, liess unzählige Cholerakolonien aufgehen. — Gleichzeitig mit dieser Maus hatte

Maus (37) von derselben Cultur 0,7 ccm bekommen, aber dazu noch 0,3 ccm Schweinrothlauf-Bouillon. Tod am folgenden Mittag. Aus der Injectionsstelle wird mittels Platten Cholera rein gezüchtet und von einer daraus angelegten Bouilloncultur

Maus (38) 0,5 ccm injicirt (morgens früh). Am Abend schon deutlich krank, wird sie am nächsten Morgen todt gefunden. Ausgedehntes, hochrothes Oedem mit Kommabacillen erfüllt; im Herzblut 1—2 Kommabacillen im Gesichtsfeld. Platten ergeben die Infection als sicher rein. — Von der Platte wird eine Gelatinestichcultur angelegt, das Glas zugeschmolzen und zwei Monate lang aufbewahrt. Dann wird davon in Bouillon übertragen und von dieser 34 stündigen Bouilloncultur

einer Maus (39) 0,4 ccm injicirt. Am nächsten Morgen ist das Thier todt. Lokaler Befund sehr hochgradig. Im Herzblut 2—5 Kommabacillen im Gesichtsfeld.

Maus (40) erhält 0,3 ccm einer Bouillon-Reincultur aus Maus (39). Am nächsten Morgen todt; Befunde typisch wie bei voriger Maus.

Die ursprünglich ganz unwirksame Cultur war also schon nach zweimaliger Combination mit Schweinerothlauf sehr deutlich virulent und infectiös geworden; war die Dosis, der Maus (36) erlag, auch sehr hoch gewählt, so lässt die Intensität der Erkrankung schliessen, dass auch eine geringere Menge zur Erzielung einer tödlichen Infection genügt hätte. Noch deutlicher zeigt sich die Steigerung der Infectiosität nach der dritten combinirten

Infection, bei Maus (38). Bemerkenswerth erscheint auch die Haltbarkeit der erworbenen Eigenschaft, indem von einer aus dieser Maus angelegten Gelatinecultur nach zwei Monaten Culturen von derselben Wirksamkeit abgeimpft werden konnten.

Versuchsreihe E.

Wie ein künstlich in pathologischen Zustand versetzter Thierkörper, konnte erwartet werden, dass auch ein physiologisch weniger widerstandsfähiger Organismus der Invasion eines abgeschwächten Infectionserregers eher zugänglich sein, und dessen Anpassung an die Thierspecies ermöglichen würde. Eine solche physiologische schwächere Resistenz war vorauszusetzen bei sehr jungen Thieren.

Eine junge Maus (41), sehr klein, 7,0 g schwer, erhält 31. V. 93 vormitt. 0,5 ccm einer Bouilloncultur der ganz avirulenten Cholera »β«. Schon am nächsten Morgen todt. An der Injectionsstelle sehr wenig Reaction, kaum merkliches blasses Oedem. Im Herzblut mikroskopisch keine Bacterien. Auf einer Gelatinplatte aus einer kleinen Oese Herzblut wächst eine einzige Choleracolonie.

Eine Controlmaus (41 b), ausgewachsenes Thier, hatte gleichzeitig mit der vorigen von derselben Cultur 1,5 ccm erhalten. Ausser etwas Mattigkeit am nächsten Tage keine Wirkung.

Maus (42), sehr klein wie (41) erhält 0,4 ccm Cholerabouillon (von der Platte) aus Herzblut der ersten Maus. Am nächsten Morgen todt. An der Injectionsstelle blassröthliches Oedem mit vielen Kommabacillen. Im Herzblut solche spärlich.

Maus (43), 6,5 g schwer, erhält 0,4 ccm Cholera-Reincultur von der Injectionsstelle der vorigen Maus. Am andern Morgen todt. Starkes sanguinolentes Oedem an der Impfstelle. Im Herzblut Vibrionen ziemlich zahlreich; noch mehr in der Milz

Maus (44), 10,0 g schwer, bekommt 0,7 ccm Reincultur aus Milz von Maus (43). Tod nach zwei Tagen. Thier unförmlich verschwollen; kolossales sulziges Oedem, welches vom Rücken aus, wo es blutig tingirt ist, rundherum den Bauch umgibt und sich bis auf die Oberschenkel erstreckt. Im Herzblut nicht viele Vibrionen.

Maus (45), ausgewachsenes mittelgrosses Thier, erhält 0,7 ccm Cholerabouillon aus voriger Maus. Am nächsten Morgen todt. Starkes, röthliches, mit kleinen Hämorrhagien durchsetztes Oedem. Im Blut wenig Kommabacillen.

Maus (46), auch ausgewachsen, erhält gleichzeitig mit der vorigen 0,5 ccm derselben Cultur von Maus (44). Nach zwei Tagen schwer krank, ausserordentlich schwach und apathisch, verlangsamte Athmung u. s. w. Rücken enorm geschwollen und geröthet. Von da an langsame Besserung und Erholung, während die Schwellung am Rücken noch länger bestehen bleibt und zur Hautnekrose führt.

Damit wurde diese Reihe von Versuchen abgebrochen. War die Pathogenität auch noch nicht sehr hochgradig, so war sie doch deutlich genug geworden, um als positiver Erfolg der eingeschlagenen Methode verzeichnet zu werden.

Die Ergebnisse aller Versuche mit Mäusen wären also:

Es gelang, Choleraculturen von sehr reducirter bezw. ganz verlorener Virulenz auf einen gewissen Virulenzgrad zu bringen durch folgende Verfahren: a) Passage durch eine Reihe von Thieren unter Zuhilfenahme der anfänglich nothwendigen hohen Infectionsdosen. (Dieses Verfahren hilft nur, wenn überhaupt noch ein Rest von Virulenz erhalten ist, versagte also bei Cultur „β".) b) Verbindung der Choleraimpfung mit einer andern Infection (Streptococcen, Schweinerotlauf); c) Infection sehr junger Thiere.

Der Grad der erzielten pathogenen Wirksamkeit gegen Mäuse ist gegeben mit 0,3 ccm Bouilloncultur als Minimalmenge, welche bei subcutaner Injection sicher tödtete. — Eine weitere Steigerung dieses Grades wurde versucht durch a) weitere Passage durch eine Reihe normaler Thiere, b) Combination mit Proteusculturen, aber ohne Erfolg.

Die erzeugten Erkrankungen sind als wirkliche Infectionen aufzufassen, da sicher eine Vermehrung der Vibrionen, wenigstens an der Impfstelle, stattfand.

Die Zunahme der Virulenz ging zusammen mit der Ausbildung einer augenfälligen, typischen, lokalen Reaction. Dieselbe zeigt sich als ausgebreitetes, sulziges, rosa- bis blutfarbiges, oft mit kleinen Hämorrhagien durchsetztes Oedem. Offenbar verlief die Erkrankung hauptsächlich als lokaler Process, von dem aus durch Resorption toxischer Producte eine schwere Allgemeinwirkung hervorgebracht wurde; unter zunehmender Schwäche, Apathie, Betäubung, Verlangsamung der Athmung, fühlbarer Erkaltung des ganzen Körpers trat der Tod ein. Von einer Septicämie kann nicht gesprochen werden, wenn gleich bei einigermaassen hohen Infectionsmengen ein Uebergang und vielleicht eine Vermehrung der Vibrionen im Blut zu constatiren war.

Von diesen Ergebnissen Schlüsse zu ziehen auf die menschliche Cholera, liegt mir — wie in der Einleitung erörtert — ferne. Aber unter einem weitern Gesichtskreis betrachtet, verdienen sie vielleicht eine gewisse Würdigung. Wie der Cholerabacillus, so haben auch andere pathogene Mikroorganismen nicht eine constante Virulenz. Diese Aenderungen der Virulenz und deren Bedingungen spielen für die Entstehung von Erkrankungen und Epidemien sicher oft eine Rolle. Bedingungen, ähnlich den im Vorstehenden künstlich geschaffenen, dürften auch natürlicher Weise vorkommen. Ohne in dieser Richtung auf Einzelheiten einzugehen, möge nur darauf hingewiesen sein, dass verschiedene pathogene Bacterien (Streptococcen, Pneumococcen, Diphtheriebacillen) häufig als anscheinend harmlose Bewohner des menschlichen Körpers gefunden werden. Vielleicht darf auch daran erinnert werden, dass selbst der Choleravibrio nicht so selten ohne jede Krankheitserscheinung im menschlichen Darminhalt betroffen worden ist.

II. Infectionsversuche an Tauben.

Nachdem es gelungen war, Choleraculturen künstlich für weisse Mäuse bei subcutaner Anwendung infectiös zu machen, lag es nahe, die Wirkung dieser Culturen auf Tauben zu prüfen, welche nach der meist vertretenen Anschauung als sehr refractär gegen Cholerainfection gelten. Ausgegangen wurde also nicht von den avirulenten Originalculturen, sondern von solchen, die bei Mäusen schon den höchst erreichbaren Grad pathogener Wirkung erlangt hatten. Vorher war festgestellt worden, dass jene Originalculturen „α" und „β", in Dosen von 2,0 und 3,0 ccm intramuskulär injicirt, bei Tauben keinerlei Wirkung ausübten.

Versuchsreihe F.

Zweck derselben war, zunächst den Grad der Wirksamkeit einer für Mäuse virulenten Cultur auf Tauben festzustellen und dann zu versuchen, durch weitere Passage einer Reihe Tauben diesen Grad zu steigern.

Von einer 30stündigen Bouilloncultur, die aus Maus (40) reingezüchtet war, erhielt eine Taube (I) am 31. V. 93 mittags 2 Uhr 2,0 ccm in den rechten

Brustmuskel injicirt. Wird am nächsten Morgen todt und starr gefunden. Muskel der injicirten Seite gelblich verfärbt, sehr morsch; im Ausstrichpräparat davon massenhaft Kommabacillen. Im Herzblut und den innern Organen zeigen Präparate überall vereinzelte Vibrionen.

Von einer ebenfalls aus Maus (40) herstammenden Cholerabouillon erhält eine Taube (II) 1,0 ccm, eine andere (III) 0,5 ccm in den Brustmuskel. Taube (II) am nächsten Morgen todt, Befund wie bei T. (I); Taube (III) erkrankt nicht sichtlich und bleibt am Leben.

Taube (IV) bekommt 1,5 ccm Cultur aus Taube (II); Tod bis zum nächsten Morgen; Befunde wie bei Taube (I).

Taube (V) erhält 1,0 ccm aus T. (IV). Am andern Morgen todt, aber noch nicht ganz erkaltet.

Taube (VI) erhält 0,7 ccm Choleracultur aus (V) und gleichzeitig eine weisse Maus, halbgewachsenes Thier, 0,2 ccm subcutan. Die Taube bleibt am Leben, die Maus erliegt bis zum folgenden Morgen und zeigt ausser dem gewöhnlichen Lokalbefund im Blut und in der Organen sehr viel Kommabacillen, rein.

Taube (VII) erhält 1,4 ccm Choleracultur, wieder aus T. (V) stammend. Spät abends schon krank, am andern Morgen todt gefunden. Lokaler Befund wie vorher beschrieben. Vibrionen im Herzblut ziemlich zahlreich (5—10 in einem Gesichtsfeld eines dünnen Ausstrichpräparates), wobei jedoch eine postmortale Vermehrung sicher in Rechnung zu ziehen ist.

Taube (VIII) erhält 1,2 ccm Cultur aus T. (VII). Am nächsten Morgen todt.

Taube (IX) erhält 1,0 ccm Cultur aus T. (VIII). Am nächsten Morgen todt, aber noch nicht ganz kalt. Vibrionen im Herzblut wenig zahlreich, etwa 1 im Gesichtsfeld.

Taube (X) bekommt 0,8 ccm aus T. (IX). Bleibt am Leben.

Diese Versuche zeigten, dass die für Mäuse virulente Cultur auf Tauben, in der Menge von 1,0 ccm intramuskulär injicirt, sicher tödtlich wirkte. Eine Steigerung dieser Wirksamkeit durch öfteres Passiren des Thierkörpers liess sich, wie der Erfolg bei Taube (X) zeigt, nicht erreichen. In den folgenden

Versuchsreihen G und H.

wurde dieses Ziel erstrebt auf dem Wege der Mischinfection und zwar das eine Mal durch Combination mit Staphylococcus pyogenes aureus, das andere Mal mit Hühnercholera.

Die Ausführung geschah ganz entsprechend den analogen Versuchen bei Mäusen. Deshalb glaube ich, eine Detailbeschreibung derselben umgehen zu können und zwar um so mehr, da durchaus kein positiver Erfolg zu verzeichnen war. Bei der Verbindung mit Hühnercholera schien die Cholera sogar eher eine Abschwächung zu erleiden.

Versuchsreihe J.

Weiterhin schien die Möglichkeit annehmbar, den Taubenkörper für Cholerainfection empfänglicher zu machen durch Einverleibung giftiger, vom Choleravibrio selbst erzeugter Stoffe. Hierzu dienten ältere (virulente) Choleraculturen in Bouillon, die durch halbstündiges Erhitzen im strömenden Dampf sicher sterilisirt waren, und nach den Beobachtungen verschiedener Forscher noch giftige Stoffe enthalten mussten.

Die Versuche wurden derart ausgeführt, dass die Taube zuerst die bestimmte Menge steriler Cultur in den einen Brustmuskel, und nach einer Stunde die nicht sterilisirte Infectionsdosis in den Muskel der andern Seite injicirt erhielt. Früher war festgestellt worden, dass 2,0 ccm der sterilen Cultur allein ohne sichtbare schädigende Wirkung blieb. Dann wurden die eigentlichen Infectionsversuche begonnen mit 2,0 ccm steriler und 1,0 ccm lebender Cultur; bei jedem folgenden Versuch wurde bald die eine, bald die andere Dosis verringert. Es zeigte sich mit Sicherheit, dass nach vorausgeschickter steriler Injection namhaft kleinere Mengen lebender Cultur zur tödtlichen Wirkung genügten. So starben die Thiere noch auf 0,4 ccm lebender Cultur nach vorausgegangener Injection von 1,0 ccm steriler Cultur, sowie nach 0,4 ccm steriler Injection mit 0,7 ccm lebender Cholera. Aber nach weiterem Zurückgehen (0,4 ccm steriler Cholera + 0,6 ccm lebender Cultur) wurde die Infection überstanden, und eine Prüfung der Wirksamkeit der reinen, durch alle diese Thiere hindurchgegangenen Cholera ergab wieder 1,0 ccm als die zum sichern tödlichen Erfolg nöthige Minimaldosis.

Versuchsreihe K.

Dieser gingen folgende Beobachtungen vorher:

In 3 Fällen (aus den vorherigen Versuchsreihen) wurde bei der Section von Tauben, die einer Rein-Infection von Cholera erlegen waren, von der Injectionsstelle Gewebssaft mit steriler Spritze angesaugt und in der Menge von 0,1—0,15 ccm sofort einer weissen Maus subcutan injicirt. Die Wirkung dieser Injectionen war jedesmal eine höchst verderbliche; schon nach wenigen Stunden waren die Thiere krank und am nächsten Morgen todt. Ausser einer sehr hochgradigen Reaction an der Injectionsstelle fanden sich bei diesen Thieren die Vibrionen im Blut und in den Organen so verbreitet —

in zwei Fällen die Zahl der Blutkörperchen erreichend, bezw. übertreffend — dass man von einer wirklich septicämischen Infection reden durfte.

Aus diesen Beobachtungen konnte man folgern, dass das, dem Thierkörper direct entnommene vibrionenhaltige Material viel infectiöser sei als eine hieraus erst angelegte Cultur. (Ein grösserer Gehalt von Vibrionen im Gewebssaft als in der Bouilloncultur ist thatsächlich nicht zuzugeben.) Deshalb sollte nun eine Versuchsreihe unternommen werden, in welcher die Vibrionen direct von Thier auf Thier, mit Umgehung einer künstlichen Cultur, überimpft werden konnten. Noch bessere Aussichten schienen sich dabei zu ergeben bei Verwendung junger, also wahrscheinlich empfänglicherer Tauben. Da sich bald zeigte, dass bei so kleinen Thieren die Gewinnung einer verwendbaren Menge Gewebssaft aus dem mürben Muskelgewebe sehr schwierig ist, wurde dazu noch möglichst viel Herzblut benützt. Ausserdem wurde, um eine frühzeitige Unterbrechung der Reihe durch den negativen Ausfall einer Infection möglichst zu verhüten, anfangs wenigstens noch die Injection steriler Choleracultur hinzugefügt.

Endlich sei betont, dass bei dieser etwas umständlichen Methode die peinlichste Vorsicht zur Vermeidung einer Verunreinigung des Infectionsmaterials, sowie die gewissenhafte bacteriologische Controle der Reinheit jeder tödlichen Infection als besonders wichtig erkannt und gehandhabt wurde.

Die Ausführung der einzelnen Versuche gestaltete sich wie folgt:

Eine kleine, junge Taube erhält 17. VIII. 93. spät Nachmittags in den linken Brustmuskel 0,7 ccm steriler Choleracultur, und gleich nachher rechts 1,0 ccm lebende Cultur (von einer erwachsenen Taube stammend, die auf 1,0 ccm gestorben war). Das Thier ist am nächsten Morgen todt. Im Herzblut Vibrionen zahlreich, 10 bis 20 in einem Gesichtsfeld. Von der Injectionsstelle (Muskeldurchschnitt) gelingt es kaum, einen Tropfen zu aspiriren; dieses und das Blut des Herzens, zusammen 0,5 ccm, wird sofort

einer zweiten jungen Taube in den rechten Brustmuskel injicirt; dazu 0,6 ccm sterile Cultur links. Abends 8 Uhr ist der Tod eingetreten; da eine sofortige Section nicht thunlich ist, wird der Cadaver über Nacht über Eis aufbewahrt. Am nächsten Morgen früh Section. Im Herzblut mässig viel Kommabacillen, 2 bis 3 im Gesichtsfeld. Von der Injectionsstelle wird unter Zuhilfenahme einiger Tropfen sterilen Wassers etwa 0,2 ccm vibrionenhaltige Flüssigkeit gewonnen, dazu 0,3 ccm Herzblut, und beides zusammen sogleich

einer dritten Taube links in der Brustmuskel injicirt. Dazu rechts 0,5 ccm steriler Kultur. Abends Tod. Befund wie im vorigen Fall. Von Injectionsstelle und Herzblut werden zusammen 0,4 ccm genommen und

einer vierten Taube injicirt. Dazu 0,4 ccm steriler Cultur. Am nächsten Morgen todt. Gleicher Befund wie vorhin. Von der Injectionsstelle und Herzblut werden zusammen 0,4 ccm

einer fünften Taube injicirt nebst 0,3 ccm steriler Cultur. Abends ist das Thier noch ziemlich munter. Am nächsten Morgen früh todt. Im Herzblut Vibrionen sehr zahlreich; etwa 20 in einem Gesichtsfeld. Es wird nur Herzblut aspirirt und davon

einer sechsten Taube 0,5 ccm injicirt; diesmal keine sterile Cultur. Abends scheint das Thier noch gesund; am nächsten Morgen todt. Im Herzblut Vibrionen so zahlreich wie im vorigen Fall; 0,3 ccm davon (kein Saft vom Muskel) werden

einer siebenten Taube injicirt, auch ohne sterile Cultur hinzuzufügen. Abends noch keine deutliche Erkrankung; am nächsten Morgen ist das Thier todt. Im Herzblut Vibrionen massenhaft; Präparat zeigt dieselben zahlreicher als Blutkörperchen. Vom Herzblut wird 0,4 ccm und vom Muskelsafte 0,1 ccm, zusammen 0,5 ccm

einer achten Taube, halb erwachsen, in den Brustmuskel injicirt. Abends noch anscheinend gesund, wird sie am nächsten Morgen todt gefunden. Im Herzblut etwa 10 Kommabacillen im Gesichtsfeld.

Nunmehr sollte sich zeigen, ob sich ebenso positive Resultate erzielen lassen würden beim Uebergang auf erwachsene Thiere.

Eine ausgewachsene, mittelkräftige Taube erhält 0,5 ccm Herzblut und 0,15 ccm Muskelsaft — also zusammen 0,65 ccm — von der vorigen (achten) Taube injicirt; bleibt ohne deutliche Erkrankung am Leben.

Zum Schluss wurde noch die nunmehr erreichte Pathogenität des Choleravibrio in Culturen geprüft.

Von einer 30stündigen Bouilloncultur von Platten aus der vorletzten (halbwüchsigen) Taube erhält:

eine ausgewachsene Taube 0,6 ccm, eine halbwüchsige 0,4 ccm injicirt. Beide Thiere bleiben munter.

So endete also diese Versuchsreihe insofern mit einem Misserfolg, als die gegen junge Thiere höchst pathogene, vibrionenhaltige Körperflüssigkeit auf ein erwachsenes Thier nicht mehr ebenso wirkte, und die Cultur trotz der ununterbrochenen Passage durch acht Tauben keine wesentliche Steigerung ihrer Pathogenität gegenüber der Ausgangscultur erlangt hatte. Aber innerhalb der Reihe der jungen Thiere ist die heftige und sichere Infectionswirkung des direct dem Körper entnommenen Materials sehr augenfällig, und das zahlreiche Auftreten der Vibrionen im Blut,

selbst nach Abzug einer theilweise anzunehmenden postmortalen Vermehrung, dürfte genügen, in einigen Fällen wenigstens, von wirklicher »Vibrionen-Septicämie« zu sprechen.

Die Ergebnisse unserer Taubenversuche überhaupt lassen sich also folgendermaassen zusammenfassen:

Die für Mäuse pathogen gewordene Cholera äusserte auch gegen Tauben eine zweifellose Infectiosität und zwar soweit, dass 1,0 ccm einer gut entwickelten Bouilloncultur, in den Brustmuskel injicirt, erwachsene Tauben mit Sicherheit tödtete.

Die Injection ist von einer lokalen Vermehrung der Vibrionen unter sehr ausgeprägter lokaler Wirkung gefolgt. Letztere zeigt sich in gelblicher Verfärbung und Erweichung, also als Nekrose des Muskels in weitem Umfange. Ein Uebergang der Vibrionen ins Blut erfolgt bei kleinen Infectionsmengen und erwachsenen Tauben nur in geringem Maasse. Bei jungen Thieren und directer Verimpfung von Blut und Gewebssaft aus erlegenen Thieren lässt sich ein zahlreiches Auftreten im Blut bis zum Bild wirklicher Septicämie beobachten.

Wenn wir diese Resultate nun mit denen anderer Autoren vergleichen, so ist zunächst zu bekennen, dass sie die schon in der Einleitung erwähnten Erfolge Gamaleïa's nicht erreichten, dem es z. Th. durch noch einfacheres Verfahren gelang, die Cholera auf die Wirksamkeit eines septicämischen Virus zu bringen. Auf der andern Seite ist Stellung zu nehmen gegenüber den negativen Ergebnissen Pfeiffer's,[1]) welcher nur bei extrem hohen Dosen (5 ccm Bouilloncultur) sichere tödliche Wirkung sah, und dies nur bei bedeutend eingreifenderem Modus der Injection, nämlich in die Brust- oder Bauchhöhle. — Auch Friedrich berichtet in einer Arbeit[2]) über vergleichende Untersuchungen einer Anzahl Choleraculturen verschiedener Herkunft, dass bei allen Infectionsversuchen bei Tauben 1,0 ccm bei jeder Art der Einverleibung ohne Wirkung blieb.

1) Ueber das Verhalten des Choleravibrio im Taubenkörper, Zeitschrift f. Hygiene, Bd. VII S. 259.

2) Arbeiten aus d. Kais. Ges.-Amte Bd. VIII, S. 87.

Um den Unterschied zwischen diesen negativen Erfolgen und meinen Infectionsresultaten zu verstehen, wird es nöthig sein, die beiden Begriffe »Virulenz« und »Infectiosität«, die sonst häufig als gleichwerthige Bezeichnungen gebraucht werden, streng auseinander zu halten. Virulenz ist zunächst nur die Fähigkeit, giftige Stoffe (in Culturen oder im Thierkörper) zu bilden. Infectiös ist ein Mikroorganismus erst dann, wenn er im Stande ist, im Thierkörper sich zu vermehren. Eine gewisse Virulenz ist zweifellos eine wichtige Voraussetzung für die Infectiosität, insofern durch ihre Giftwirkung die Bacterien die natürlichen reactiven Schutzkräfte des Organismus mehr oder weniger lahm legen. Aber sie ist nicht die einzige Voraussetzung; es gehört noch dazu die Fähigkeit des Infectionserregers, sich an die Lebensbedingungen im Thierkörper anzupassen. Diese Anpassung wird man sich denken müssen einerseits als eine Toleranz gegen die bacterienfeindlichen Stoffe des Körpers, anderseits als eine Accomadation an das im Körper gebotene Nährmaterial, eventuell an Temperatur, Alkalescenz, Anaërobiose u. dgl. Diese Anpassung kann unter Umständen durch eine Art Gewöhnung erreicht oder gesteigert werden — ein Princip, welches schon in der Einleitung besprochen und thatsächlich meinen Versuchen zu Grunde gelegt wurde. Hieraus erkläre ich mir, dass meine Choleraculturen, die bereits für Mäuse infectiös waren, also für das Wachsthum in thierischem Gewebe schon angepasst waren, auch im Taubenkörper sich vermehren konnten. Dass ein gewisser Grad von Virulenz allein nicht in allen Fällen zur Infection genügt, zeigen gerade die Versuche Pfeiffers, bei welchen die Tauben nach grösseren Injectionsmengen durch Giftwirkung rasch starben, aber nach dem Tode die Vibrionen meistens nur spärlich im Körper aufgefunden wurden. Noch eklatanter in dieser Richtung sind die anderweitig mitgetheilten Beobachtungen desselben Autors »über das Choleragift«.[1]) Die hierzu verwendete Cholera war so giftig, dass eine kleine Oese Agarcultur, in Flüssigkeit aufgeschwemmt und intraperitoneal injicirt, mit Sicherheit raschen Tod der Thiere bewirkte. Aber

1) Zeitschr. f. Hygiene Bd. XI, S. 393.

auch hier trat, wenn nicht grössere Mengen injicirt wurden, keine Vermehrung der Vibrionen ein, sondern die für Infectionen sonst so empfängliche Bauchhöhle fand sich bei der Section regelmässig nahezu steril.

Als höchster Grad einer Infection ist das Eindringen und die freie Vermehrung der Bacterien im Blut zu betrachten, wozu der höchste Grad der »Anpassung« (und wohl auch der Virulenz) vorausgesetzt werden muss. Diesen Grad der Pathogenität haben meine Culturen also nicht erreicht. Aber es dürfte nun nicht mehr so befremdend sein, wenn von anderer Seite auch diese hohe Infectiosität constatirt wurde. Ausser Gamaleïa, dessen Ergebnisse von Zäslein[1]) bestätigt wurden, ist zunächst Vincenzi[2]) zu nennen, dessen Culturen aus Massaua, ohne jede Vorbehandlung, ebenso sichere und typische Septicämie bei Meerschweinchen und Tauben erzeugten wie V. Metschnikowii. Derselbe Verfasser berichtet ein zweites Mal[3]) über genau dieselben Erfahrungen, die er mit einer Cultur aus Wien gemacht habe. Auch Nencki[4]) beschreibt die Wirkung einer Massaua-Cultur, welche in der Menge von 1—2,0 ccm subcutan Tauben und Meerschweinchen unter septicämischer Verbreitung im Blute tödtete; dazu bemerkt er, dass die Vibrionen dieser Cultur morphologisch auffallend ähnlich dem Metschnikow'schen Typus gewesen seien.

Die scharfe Grenze, welche bisher durch das Taubenexperiment zwischen Vibrio Koch und Metschnikowii gezogen schien, wäre also durch eine Reihe von Beobachtungen durchbrochen. Es lag nun nahe, auch die Frage der wechselseitigen Immunisirungsmöglichkeit neu zu prüfen, zumal auch in dieser Frage zwei diametral entgegengesetzte Beantwortungen vorliegen — eine positive von Seiten Gamaleïa's, eine verneinende von Pfeiffer. Sind meine diesbezüglichen Versuche an Zahl und an Variirung der Umstände auch wenig umfassend und nur auf die eine Seite der Frage gerichtet (ob Cholera gegen V. Metsch. schütze), so

1) Sulla vaccinazione del colera, Riv. clin. 1890.
2) Ueber Cholera, D. Med. Wschr. 1892, Nr. 18.
3) Deutsche Med. Wschr. 1893, Nr. 18.
4) Archives des sciences biol. 1893.

scheinen sie mir doch wegen ihrer prägnanten Resultate der Mittheilung werth.

III. Immunisirungsversuche mit Cholera gegen V. Metschnikowii.

Zu diesem Zwecke wurden Tauben reservirt, die aus den im Vorhergehenden angeführten Infectionsversuchen lebend hervorgegangen, und theilweise ausserdem nachträglich ein- oder zweimal mit grösseren Mengen infectiöser Cholera nachgeimpft worden waren. Bei den Nachimpfungen zeigte sich zunächst die bekannte Schutzwirkung der vorausgegangenen Impfung. Von der Zahl der so vorbereiteten Thiere gingen einige, ehe sie auf ihre Resistenz gegen V. Metschnikowii geprüft werden konnten, zu Grunde; überhaupt war zu beobachten, dass etwa ein Drittel der die Cholerainfection überlebenden Thiere nachträglich einer Art Abzehrung anheimfielen und nach 1 bis 4 Wochen starben. Bei der Section fand sich nur hochgradige Abmagerung und Anämie, keine Organerkrankung, jedenfalls keine bacterielle Affection eines Organs.

Infolge dieses Umstandes war, als die Impfungen mit V. Metschnikowii beginnen konnten, das vorbehandelte Material auf 7 Tauben reducirt, nämlich:

Taube A; am 14. VII. 93. mit 0,9 ccm Cholera injicirt.

Taube B hatte am 17. VII. erfolglos 0,6 ccm Cholera bekommen; am 26. VII. 1,5 ccm; am 4. VIII. 2,5 ccm (halb links, halb rechts).

Taube C: 28. VII. mit 0,8 ccm, am 4. VIII. mit 1,5 ccm geimpft.

Taube D: hatte nur 0,9 ccm am 31. VII. erhalten.

Taube E: am 31. VII. mit 0,8 ccm, am 22. VIII. mit 1,5 ccm geimpft.

Taube F: 12. VIII. mit 0,8 ccm injicirt.

Taube G: erhielt 16. VIII. 1,0 ccm sterilisirte und 0,5 ccm nicht steril. Cholera.

Ausserdem hatte am 21. VII. eine Taube 2,0 ccm einer alten, unwirksam gewordenen Cultur von V. Metschnikowii erhalten, ohne zu erkranken; wird als Taube H bezeichnet.

Zur Prüfung der Immunität wurde eine virulente Cultur von Vibrio Metschnikowii benützt, von der festgestellt worden war, dass 0,1—0,2 ccm Bouilloncultur mit Sicherheit die Tauben in weniger als 24 Stunden tödtete. Bemerkt wurde hiebei, dass trotz dieser prompten Wirkung die Vibrionen im Blut nur wenig zahl-

reich gefunden wurden, während die lokale Reaction sehr bedeutend war. Es stimmt dieser Befund überein mit der auch von anderer Seite, z. B. R. Pfeiffer, mitgetheilten Beobachtung, dass Vibrio Metsch., wenn er längere Zeit nur in Culturen gewachsen war, bei den ersten Infectionsversuchen zwar virulent sich erweist, aber die allgemeine Verbreitung im Blute erst nach wiederholter Passage des Tierkörpers wieder zeigt. Es dürfte hier wohl auch die »Anpassung« eine Rolle spielen.

Die Ausführung der Immunitätsproben erfolgte im Einzelnen folgendermassen:

1. Am 21. VIII. erhalten von einer 2tägigen, gut entwickelten, gleichmässig getrübten Bouilloncultur des V. Metschnikowii:

Taube D (einmal mit Ch. geimpft) 0,2 ccm,

Taube C (zweimal mit Ch. geimpft) 0,2 ccm,

ausserdem eine nicht vorbehandelte Controll-Taube 0,1 ccm.

Am nächsten Morgen ist Controll-Taube todt. An der injic. Brustseite dickes, hartes, subcutanes Oedem; Muskel stark ödematös, mürbe und blass. Im Blut sehr wenig Vibrionen; nicht in jedem Gesichtsfeld des Ausstrichpräparats ein Exemplar zu finden. Plattenculturen beweisen die Reinheit der Infection. — Die beiden anderen Tauben scheinen etwas matt, fressen aber. Auf der Injectionsseite bei Beiden etwas Schwellung und Röthung, aber kein Oedem.

Am 23. VIII.: Taube D ganz munter. — Taube C sichtlich krank; aus dem Schnabel fliesst ein dünnes Sekret, welches massenhaft Vibrionen vom Aussehen des V. Metschnikowii enthält. Abends Tod; leider wird durch ein Versehen die Leiche beseitigt, so dass keine Section möglich war.

Taube D bleibt gesund und lebend.

2. Am 26. VIII. erhalten von einer eintägigen gut entwickelten Bouilloncultur:

Taube B (zweimal mit Ch. geimpft) 0,2 ccm,

Taube E (zweimal mit Ch. geimpft) 0,2 ccm; ausserdem eine nicht vorbehandelte Controll-Taube 0,1 ccm.

27. VIII: Controll-Taube todt. Sectionsbefund wie bei der ersten. Culturen beweisen die Reinheit der Infection. — Die Tauben B und E erscheinen munter und bleiben auch weiterhin gesund.

3. Am 28. VIII. wird von einer zweitägigen Metschnikowii-Bouilloncultur injicirt:

Taube A (einmal mit Ch. geimpft) 0,3 ccm,

Taube G (einmal mit Ch. geimpft) 0,25 ccm,

Taube F (einmal mit Ch. geimpft) 0,15 ccm,

Taube H (mit unvirulentem V. Metschnikowii geimpft) 0,4 ccm; ausserdem einer nicht vorbehandelten Controll-Taube 0,1 ccm.

29. VIII.: Controll-Taube todt; Befund wie bei den vorigen Controllthieren. — Taube H auch todt. An der Injectionsstelle wenig Oedem;

Vibrionen im Blut massenhaft. Darm stark injicirt. — Taube F und G scheinen munter, A etwas matt. Am nächsten Tage sind alle drei munter und bleiben gesund.

Fassen wir das Ergebniss dieser Versuche zusammen, so zeigt sich, dass sämmtliche nicht vorbehandelte, mit 0,1 ccm Bouilloncultur des V. Metschnikowii inficirte Tauben in weniger als 24 Stunden starben, dagegen von sieben mit Cholera vorbehandelten, mit der 2—3fachen Menge derselben Metschnikowii-Cultur geimpften Tauben sechs am Leben blieben, eine nach mehreren Tagen starb. Dieses Resultat beweist zweifellos, dass die vorausgegangene überstandene Cholerainfection eine deutliche Schutzwirkung gegenüber der späteren Metsch.-Impfung entfaltet hat. Man darf wohl annehmen, dass die Immunität auch bei den sechs überlebenden Thieren keine absolute war, sondern dass mehrfach höhere Dosen Infectionsstoffes wahrscheinlich doch den Tod herbeigeführt hätten. Aber es scheint wichtig genug, schon die Thatsache constatiren zu können, dass überhaupt mit Cholera eine immunisirende Wirkung gegen V. Metschnikowii zu erzielen ist.

Wie ist nun diese Thatsache in Einklang zu bringen mit den entgegengesetzten, thatsächlich jedenfalls unbestreitbaren Beobachtungen R. Pfeiffer's? Meines Erachtens erklären sich dieselben dadurch, dass Pfeiffer's Choleraculturen auf Tauben so gut wie gar nicht pathogen waren. Auch bei anderen Infectionskrankheiten hat man die Erfahrung gemacht, dass mit ganz oder beinahe unwirksamen Culturen kein Schutz gegen den vollvirulenten Infectionserreger zu erreichen ist. Zum Zustandekommen der Immunität ist, wie z. B. Wassermann bezüglich der Cholerainfection betont, eine spezifische, wenn auch leichte Erkrankung, eine »spezifische Allgemeinreaction« nothwendig. Je stärker die letztere, um so vollkommener wird die Immunität sein. Interessant und in diesem Sinne zu deuten scheint mir die oben mitangeführte Beobachtung über Taube H, welche früher 2,0 ccm Cultur des ächten aber ganz avirulent gewordenen V. Metschnikowii erhalten hatte, und trotzdem auf 0,4 ccm virulenter Cultur rapid erlag. Wenn also der spezifische Infections-

erreger nicht zu immunisiren vermochte, weil er seine Pathogenität auf Tauben verloren hatte, so kann man von dem ebenso unwirksamen Cholerabacillus Pfeiffer's auch nicht mehr verlangen. Und es erklärt sich auch, dass, wie oben zugegeben, die Immunität unserer Thiere vielleicht keine vollkommene war, weil die Infectiosität der benützten Choleraculturen gegenüber der des wirklichen V. Metsch. immerhin eine nur mässige war.[1])

Dass vorstehende Beobachtungen nicht ausreichen, die naturgeschichtliche Stellung des V. Metschnikowii zum Choleravibrio entscheidend aufzuklären, bin ich mir wohl bewusst. Es hätte zu diesem Zwecke namentlich auch das beiderseitige morphologische und biologische Verhalten einem eigenen Studium unterworfen werden müssen, welche Aufgabe nicht im Rahmen dieser Arbeit lag. Soweit ich mich aber auf eigene Erfahrungen stützen kann und in Berücksichtigung der Beschreibungen anderer Autoren erscheinen mir die hervorgehobenen Unterschiede nicht sehr tiefgreifend. Im Wachsthum in Bouillon, auf Agar-Agar, auf Kartoffeln ist keine charakteristische Differenz; aus der Gelatine-Stichcultur wird auch Niemand mit Sicherheit den V. Metsch. diagnosticiren. Das Aussehen einer einzelnen Kolonie auf der Gelatineplatte hat zugegebener Weise gegenüber einer Cholerakolonie nichts typisch verschiedenes, und wenn es auch möglich sein soll, eine Metschnikow-Platte von einer Choleraplatte auf den ersten Blick zu unterscheiden, so ist ebenfalls sicher, dass Choleraplatten verschiedener Racen unter sich ebenso ungleich aussehen können. Die Nitroso-Indolreaction ist beiden gemeinschaftlich. Auf die morphologischen Verschiedenheiten wird man, angesichts der den Vibrionen überhaupt zukommenden Wandelbarkeit der Formen, kaum Gewicht legen dürfen. Die Unzulänglichkeit der mikroskopischen und culturellen Diagnostik in dieser Frage ergibt sich am besten daraus, dass allgemein die Nothwendigkeit zu-

1) Auch dürfte vielleicht zu erinnern sein an die Angaben Grubers und Wieners (Arch. f. Hygiene Bd. XIV, S. 241), dass die von ihnen künstlich erzeugte Cholera Immunität eine viel unvollkommenere war gegen Culturen anderer Herkunft, als gegenüber derselben Sorte, mit welcher immunisirt worden war.

gegeben wird, auf den Taubenversuch zu rekurriren als allein sicheres Unterscheidungsmerkmal, bezw. als entscheidenden Beweis für die Artverschiedenheit beider Vibrionen.

Dieses angeblich entscheidende Criterium erscheint nunmehr als unzureichend, da

a) Die Cholera in meinen Versuchen entschieden infectiös für Tauben gemacht werden konnte, und von andern Autoren mehrfach eine Pathogenität gegen Tauben festgestellt worden ist, die quantitativ und qualitativ der des V. Metschnikowii gleichkommt; da ferner

b) auch V. Metschn. seine Virulenz auf Tauben vollständig verlieren kann, und endlich da

c) es zweifellos gelingt, mit Cholera, sofern dieselbe für Tauben überhaupt infectiös ist, eine gewisse Immunität dieser Thiere gegen V. Metschn. zu erzeugen.

So sehr ich geneigt bin, nach diesen Ergebnissen den V. Metschn. und den der Cholera für Abarten einer Species zu halten, so beanspruche ich durchaus nicht, den vollen Beweis für diese Ansicht erbracht zu haben. Jedenfalls aber sind ernstliche Zweifel berechtigt, ob die bisherige Trennung des Vibrio Metschnikowii und Vibrio Koch in zwei verschiedene Arten aufrecht erhalten werden darf.

Der Annahme, dass die beiden Vibrionen trotz vorhandener Differenzen doch nur eine Art bilden, würde heute nicht mehr so viel Widerstrebendes innewohnen wie früher. Eine Menge Beobachtungen hat zur Evidenz bewiesen, dass der Choleravibrio sich nicht an jenes scharf begrenzte Schema von Formen und Eigenschaften bindet, wie auf Grund der ersten Studien angenommen worden war. Im Gegentheil darf man sagen, dass er zu den variabelsten Mikroorganismen gehört. Culturen aus verschiedenen Orten und Epidemien haben in manchen für wichtig gehaltenen Punkten (Länge, Dicke und Krümmung, Intensität des Wachsthums und des Peptonisirungsvermögens, Wachsthum auf Kartoffeln, auf Agar-Agar, Kahmhautbildung, Choleraroth, Virulenz, Milchgerinnung u. s. w.) sich sehr verschieden gezeigt.

So beschreiben Gruber und Wiener in ihren »Cholerastudien«[1]) fünf verschiedene derart unterscheidbare Culturen. Cunningham[2]) und mit ihm Klein haben sogar geglaubt, zehn verschiedene »Arten« von Choleravibrionen isolirt zu haben, welche Ansicht allerdings von Friedrich[3]), Gaffky[4]) und Hueppe[5]) als hinfällig erwiesen wurde; aber die angegebenen Unterschiede wurden, anerkannt und daraus die Sonderung einer Anzahl von Varietäten abgeleitet. Gleichzeitig bestätigen dieselben, sowie andere Forscher, dass der Choleravibrio in seinen Eigenschaften sehr von Aussenverhältnissen abhängig ist; dass sich unter verschiedenen Wachsthumsbedingungen leicht wirkliche Abarten bilden, die als solche »fixirt« bleiben, das heisst mit ihren neu erworbenen Eigenschaften sich fortzüchten lassen. Auch mir sind derartige Beobachtungen häufig genug vor Augen gekommen. Vielfach hat man solche Aenderungen des typischen Verhaltens experimentell erzeugt; so gelang es sogar, eine der wichtigsten Eigenschaften zu beeinflussen, nämlich das Peptonisirungsvermögen vollständig und dauernd aufzuheben (Wood)[6]). — Es würde zu weit führen, alle hierher gehörenden Mittheilungen zu referiren. Aber schliesslich sei noch hingewiesen auf die seit dem Cholerajahr 1892 so zahlreich entdeckten »choleraähnlichen Vibrionen«. Auffallend ist, dass alle aus Medien gezüchtet wurden (Wasser, Stuhlentleerungen u. dgl.), in welche der Cholerabacillus vorher entweder sicher gelangt war oder wenigstens gelangt sein konnte. Wer die Beschreibungen dieser neuen Arten studirt, wird sich kaum der Annahme entziehen können, dass einzelne derselben thatsächlich nur Cholerabacterien sind, die durch die Einwirkung der natürlich veränderten Lebensbedingungen in gewissen Eigenschaften verändert worden sind.

1) Arch. f. Hygiene Bd. XIV, S. 241

2) Refer. im Cbl. f. Bact. und Paras. Bd. IX, S. 763.

3) Arbeiten aus d. Kais. Ges.-Amte Bd. VIII, S. 87.

4) XII. medic. Congress in Wiesb. 1893.

5) Deutsche Med. Wschr. 1891, Nr. 53.

6) Proceedings of the R. Soc. of Edinb. XVII, p. 27.

Mit der Annahme einer so weit gehenden Variabilität des Choleravibrio würde selbstredend seine Bedeutung als Erreger der asiatischen Seuche nicht eingeschränkt werden. Im Gegentheil müsste ihm dieser Umstand ein ungemein erweitertes Interesse in bacteriologischer und epidemiologischer Hinsicht sichern. Wenn man zur Ueberzeugung gelangte, dass der Cholerabacillus nicht, wie gewöhnlich angenommen, ausserhalb des menschlichen Darms nur unter ganz besonders ausgesuchten Bedingungen saprophytisch zu gedeihen vermag, sondern dass er den gewöhnlichen natürlichen Aussenverhältnissen gegenüber ein weitgehendes Anpassungsvermögen hat; dass er mit dieser Anpassung auch eine Aenderung mancher charakteristischer Eigenschaften eingehen und dadurch dem sanitätspolizeilichen Signalement sich entziehen kann; dass er bei solcher Ausartung seinen gemeingefährlichen Charakter nicht nothwendig zu verlieren, jedenfalls nicht dauernd einzubüssen braucht, ja vielleicht in mancher saprophytischen Form invasionsfähiger werden könnte — dann wäre es Aufgabe der Forschung, diesen saprophytischen Wegen mehr als bisher nachzugehen mit begründeter Aussicht, auf diesen Wegen manches Aufklärende über dunkle epidemiologische Punkte zu finden. Uebrigens ist die Bedeutung eines ectogenen Existenzvermögens des Cholerabacillus für die Cholerafrage von einzelnen Forschern auch gewürdigt worden; es sei erinnert z. B. an die Ansicht Hueppe's[1]), dass der Choleravibrio durch saprophytisches (bezw. aërobes) Wachsthum an Resistenz gegen schädliche Einflüsse gewinne und dadurch befähigt werde, leichter der bacterienfeindlichen Wirkung des Magensaftes zu entgehen.

Im Zusammenhange mit diesen, freilich zum Theil noch hypothetischen Gesichtspunkten würde der Frage nach dem Verhältnis des V. Metschnikowii zum Choleravibrio eine grosse Wichtigkeit zukommen. Würde sich durch weitere Untersuchungen mit Sicherheit ergeben, dass beide Vibrionen nur Abarten einer Species wären, so hätte man ein auffallendes Beispiel von natürlicher Variation vor sich, bei welcher als besonders merkwürdig

1) Zur Aetiol. d. Chol. as., Berlin. klin. Wschr. 1890, Nr. 9.

die Aenderung im pathogenen Verhalten erschiene. Merkwürdig wäre nicht so sehr die parasitäre Anpassung an eine andere Thierklasse (Geflügel), als vielmehr eine gegen die menschliche Cholera ganz verschiedene Art der Pathogenese (septicämische Infection bei Tauben). Aber vermittelnd in dieser Hinsicht würde die Eigenschaft des Vibrio Metschn. dastehen, bei Hühnern auch eine der menschlichen Cholera sehr ähnliche Erkrankung, eine wirkliche »Enteritis cholerica«, zu erzeugen.

München, Januar 1894.

Ueber den Cellulosegehalt tuberculöser Organe.

Von

Dr. med. Toyosaku Nishimura

aus Japan.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.)

Im Jahre 1886 veröffentlichte E. Freund in den Jahrbüchern der Gesellschaft Wiener Aerzte Bd. 28 eine Arbeit, welche wenig bekannt geworden zu sein scheint, obwohl die Ergebnisse derselben auffallend genug waren. Er untersuchte eine grosse Anzahl tuberculöser Organe von im Ganzen 25 Einzelfällen und fand, dass die Tuberkel und das Blut Tuberculöser eine Substanz enthalten, welche in ihren Reactionen und in ihrer elementaren Zusammensetzung mit der Cellulose übereinstimme, während Controlanalysen (20 Fälle) das Fehlen einer solchen Substanz in den Organen und im Blut nicht tuberculöser Menschen erwiesen.

Die Methoden, deren Freund sich zur Isolirung und zum Nachweis der Cellulose bediente, waren verschiedene. In einer Reihe von Versuchen wurden die zerkleinerten und mit Alkohol und Aether extrahirten Organe (Lungen) mehrere Stunden bis mehrere Tage mit verdünnter Salz- oder Schwefelsäure digerirt und darauf so lange decantirt, bis die abgegossene Flüssigkeit kein Reductionsvermögen gegen alkalische Kupferlösung mehr zeigte. Dabei blieben rundliche braungefärbte Klümpchen von der Grösse der Tuberkel ungelöst zurück, dieselben waren selbst durch mehrtägiges Kochen mit verdünnter Mineralsäure nicht in Lösung zu bringen, lösten sich aber in concentrirter Schwefelsäure auf.

Wurde diese Flüssigkeit mit dem 20fachen Volumen Wasser verdünnt und gekocht, so liess sich »Zucker« durch die Gärungs- und Reductionsprobe nachweisen. Ebenso verhielt sich tuberculöses Blut. Ferner benutzte Freund das Schulze'sche Verfahren. Die tuberculösen Organe (Lunge, Milz, Peritoneum, getrocknetes Blut, Eiter) wurden nach Zerkleinerung und Extraction mit Alkohol und Aether der Einwirkung von Salpetersäure und chlorsaurem Kali ausgesetzt; es blieben weisse, rundliche Knötchen, bezw. bei Blut und Eiter eine weisse, feinflockige Masse ungelöst. Dieselben wurden über Glaswolle abfiltrirt, mit Wasser gewaschen, mit sehr verdünntem Ammoniak 3/4 Stunden bei 60° digerirt und mit Wasser, Alkohol und Aether extrahirt, ohne sich zu lösen; verhielten sich also wie Cellulose. Schliesslich behandelte er Tuberkel, tuberculöse Wucherungen und Blut mit Schweizer's Reagenz; es ging dabei ein Körper in Lösung, der sich auf Zusatz von Essigsäure oder Salzsäure wieder ausschied, also ebenfalls das Verhalten der Cellulose zeigte.

Für die Elementaranalyse wurde die durch Maceration gewonnene Substanz durch Auflösen in Kupferoxydammoniak, Filtriren, Ausfällen u. s. w. gereinigt. Die erhaltenen Werthe stimmten sehr gut auf Cellulose:

	gefunden			berechnet
	aus Tuberkeln		aus Blut	
	I.	II.	III.	
C	45,12	44,92	44,40	44,44
H	6,41	6,26	6,19	6,17

Quantitative Bestimmungen wurden nicht ausgeführt, auch finden sich keine Angaben über die Menge der verarbeiteten Organe.

Kabrhel[1]) dehnte die Versuche von Freund auf Perlsucht und Impftuberculose aus. Er untersuchte 2 Fälle von Perlsucht, 2 Fälle von Impftuberculose der Kaninchenlunge und ausserdem 2 menschliche tuberculöse Lungen mit Hilfe der Schulze'schen Methode und bestätigte die Angaben von Freund insofern, als er einen dem Schulze'schen Reagenz Widerstand leistenden

1) Allg. Wiener medic. Zeitung, 1888, Nr. 10.

Körper fand, welcher durch Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure u. s. w. einen Kupferoxyd reducirenden Zucker lieferte. Indessen fielen die Resultate erst positiv aus, als er die Zusammensetzung des Schulze'schen Reagenz etwas veränderte, auch hat er keine reine Cellulose in Händen gehabt und, wie es scheint, nur soviel erhalten, um nach der Umwandlung in Zucker die Reductionsproben anstellen zu können. Nicht tuberculöse Organe lieferten ihm ebenfalls keine Resultate.

Die Befunde von Freund sind so überraschender Natur, dass eine weitere Beschäftigung[1]) mit dieser Frage mir dringend geboten erschien, umsomehr, als die von Freund für das Auftreten der Cellulose bei Tuberculösen gegebene Erklärung, auf welche ich noch eingehen werde, von vornherein völlig unannehmbar erscheinen musste.

Zu meinen Versuchen dienten mir theils Lungen und Blut von perlsuchtkranken Rindern, theils menschliche Organe mit acuter, wenig oder gar nicht verkäster Miliartuberculose, welche nach Freund (briefliche Mittheilung) die Cellulose in weit reichlicherer Menge enthalten als solche Organe, in denen die Verkäsung bereits weiter fortgeschritten ist, theils auch Lunge und Leber von einem Kaninchen, das an Impftuberculose zu Grunde gegangen war. Zunächst wendete ich die auf Erhitzung des Untersuchungsmaterials mit verdünnter Säure beruhende Methode an, d. h. die Organe wurden mit der Hackmaschine zerkleinert, mit Alkohol und Aether extrahirt, getrocknet, längere oder kürzere Zeit mit 2% Schwefelsäure am Rückflusskühler erhitzt, mit Wasser decantirt bzw. durch Asbest filtrirt und ausgewaschen und zwar so lange, bis eine Probe des Waschwassers die Trommer'sche Probe nicht mehr gab. Mit einiger Geduld liess sich eine vollständige Klarheit der abgeheberten und abfiltrirten Flüssigkeiten erreichen. Die ungelöste Masse, welche stets sehr beträchtlich war, und in der sich die von Freund beschriebenen Knöt-

1) Auf eine inzwischen erschienene Arbeit von J. Dreyfuss (Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. XVIII, S. 358), welcher in verkästen Lymphdrüsen mit Hilfe der Kalimethode von Hoppe-Seyler Cellulose nachwies, komme ich später noch zu sprechen.

chen niemals wahrnehmen liessen, wurde getrocknet, mit concentrirter Schwefelsäure übergossen, nach 24 Stunden mit dem 20fachen Volumen Wasser verdünnt und 5 Stunden lang gekocht. Die abfiltrirte Flüssigkeit fällte ich mit Phosphorwolframsäure aus, entfernte aus dem Filtrat das überschüssige Fällungsmittel durch Aetzbaryt, diesen durch Einleiten von Kohlensäure und dampfte bei schwach saurer Reaction auf kleines Volumen ein. In dieser concentrirten Lösung musste sich die in den Organen vorhandene Cellulose als Zucker mit der Trommer'schen Probe nachweisen lassen. Es folgen die Versuche; die Gewichte beziehen sich auf frische Substanz.

1. Tuberculöse Lunge vom Menschen 200 g, 24 Stunden im kochenden Wasserbad erhitzt. Trommer'sche Probe fiel negativ aus.

2. Tuberculöse Lunge vom Menschen 240 g, 17 Stunden im kochenden Wasserbad erhitzt. Trommer'sche Probe fiel negativ aus.

3. Tuberculöse Lunge vom Rind 469 g, 17 Stunden auf freiem Feuer gekocht. Trommer'sche Probe fiel positiv aus, doch war eine quantitative Bestimmung der geringen Menge wegen unmöglich.

4. Tuberculöse Lunge vom Rind 800 g, 3 Tage lang auf freiem Feuer gekocht, bis die ganze Masse fein vertheilt war. Trommer'sche Probe fiel sehr deutlich positiv aus.

5. Tuberculöse Lunge vom Rind 2000 g, während 2 Monate täglich etwa 8 Stunden im Dampftopf ohne Rückflusskühler erhitzt. Die Schwefelsäure wurde häufig abgegossen und durch neue ersetzt. Die Trommer'sche Probe fiel negativ aus.

6. Blut von tuberculösem Rind 860 g, nach dem Trocknen auf grossen Thontellern 24 Stunden im kochenden Wasserbad erhitzt. Trommer'sche Probe fiel negativ aus.

Zu zwei weiteren Versuchen diente die Methode von Franz Schulze. Die wiederum zerkleinerten und entfetteten Organe wurden zwischen Flanell abgepresst, bei 105 bis 110° getrocknet, mit chlorsaurem Kali und Salpetersäure 2 bis 3 Wochen macerirt, durch Asbest abfiltrirt, mit kaltem und heissem Wasser gewaschen, mit sehr verdünntem Ammoniak 3/4 Stunde bei 60° digerirt, nochmals mit Wasser, Alkohol und Aether behandelt. Auf den Rückstand, welcher die Cellulose enthalten musste, liess ich concentrirte Schwefelsäure einwirken und prüfte mit der Reductionsprobe auf etwa entstandenen Zucker.

7. Tuberculöse Lunge vom Rind 35 g, Trockengewicht 6,8 g, chlorsaures Kali 12,3 g, 26% Salpetersäure 70,5 ccm. Trommer'sche Probe fiel negativ aus.

8. **Tuberculöse Lunge vom Rind 68 g, Trockengewicht 13,6 g, chlorsaures Kali 22,5 g, 13% Salpetersäure 150 ccm. Trommer'sche Probe fiel negativ aus.**

Ueberblickt man die vorstehenden Versuche, so lässt sich aus ihnen kaum eine Bestätigung der Angaben von Freund ableiten: 6 Versuchen mit negativem Ergebnis stehen nur 2 mit einem positiven gegenüber. Von diesen hatte der eine (Nr. 3) nur eine Spur, der andere (Nr. 4) eine allerdings etwas reichlichere Menge von einem reducirenden Körper ergeben.

Ich beschloss deswegen, abermals die Methode zu wechseln, und zwar wählte ich jetzt die Kalimethode, welche auf der von Hoppe-Seyler[1]) gefundenen grossen Widerstandsfähigkeit der Cellulose gegen schmelzendes Kali beruht und von G. Lange[2]) zur quantitativen Bestimmung der Cellulose empfohlen worden ist. Anfangs hielt ich mich genau an die Vorschriften von G. Lange und schmolz die zerkleinerten, mit Alkohol und Aether extrahirten, durch Seide filtrirten und bei 105° getrockneten Organe mit dem 3 bis 4fachen Gewicht reinen Aetzkalis und der 3 bis 4fachen Menge Wasser in einer Retorte im Paraffinbad eine Stunde bei 180°, wobei die Temperatur mittels eines Thermometers, dessen Kugel im Paraffinbad unmittelbar dem Boden der Retorte anlag, gemessen wurde. Später verwendete ich auf eine inzwischen erfolgte Mittheilung von Hoppe-Seyler[3]) hin das zehnfache Gewicht der zu untersuchenden Substanz an Aetzkali und nur sehr wenig Wasser Nach dem Abkühlen wurde die Schmelze in Wasser aufgelöst, die Lösung mit Schwefelsäure angesäuert, wobei ein höchst intensiver, fäkulenter Geruch und eine nicht unbedeutende feinflockige Abscheidung (Fettsäuren) auftrat, mit Natronlauge wieder schwach alkalisch gemacht und sich selbst überlassen. Nach einiger Zeit klärte sich die Flüssigkeit in den meisten Fällen: über einem dunkelgefärbten, feinflockigen Niederschlag stand eine braune, von suspendirten Partikelchen vollkommen freie Flüssigkeit, auf deren Oberfläche flockige Massen

1) Zeitschr. f. physiol. Chem., Bd. XIII, S. 77.
2) Ebenda, Bd. XIV, S. 283.
3) Ebenda, Bd. XVIII, S 365. Fussnote 1.

schwammen; trat die Klärung nicht von selbst ein, so liess sie sich durch Hinzufügen von etwas Bariumchlorid leicht erzielen. Die Filtration geschah durch einen Asbestpfropf und wurde so oft wiederholt, bis die ablaufende Flüssigkeit vollkommen klar war. Den Rückstand wusch ich mit heissem Wasser, Alkohol und Aether aus, übergoss ihn nach dem Trocknen mit concentrirter Schwefelsäure und verfuhr weiter, wie oben beschrieben. Von dem Fällen mit Phosphorwolframsäure konnte natürlich Abstand genommen werden. Der Ausfall der Reductionsprobe entschied über die An- resp. Abwesenheit von Cellulose in den zur Untersuchung verwendeten Organen.

Es standen mir für diese Versuche zwei ausgezeichnete Fälle von ganz frischer acuter Miliartuberculose zur Verfügung[1]); in beiden Fällen kamen Lunge, Leber und Milz zur Verarbeitung; ausserdem benutzte ich die Organe eines an Impftuberculose gestorbenen Kaninchens.

1. Fall: Erwachsener.

9. a) Lunge: Trockengewicht 41,7 g, Aetzkali 417 g. Trommer'sche Probe fiel positiv aus, aber so schwach, dass von einer quantitativen Bestimmung abgesehen werden musste.

10. b) Milz: Trockengewicht 12,6 g, Aetzkali 126 g. Die auf Reductionsvermögen zu prüfende Flüssigkeit (kurz als »Endflüssigkeit« bezeichnet) betrug 23 ccm. Dieselbe gab die Trommer'sche Probe sehr deutlich und lieferte, mit Phenylhydrazin und Essigsäure erwärmt, charakteristische Glukosazonkrystalle.[2]) 10 ccm wurden zur quantitativen Zuckerbestimmung nach Allihn benutzt, die erhaltene Cu-Menge, 0,024 g, entspricht 0,013 g Glukose = 0,01134 g Cellulose. In 23 ccm Flüssigkeit oder in 12,6 g Trockensubstanz waren also 0,0261 g Cellulose enthalten, d. h. 0,207%.

11. c) Leber: Trockengewicht 65,7 g, Aetzkali 657 g. Die Endflüssigkeit betrug 43 ccm. Dieselbe gab die Trommer'sche Probe sehr deutlich und lieferte charakteristische Osazonkrystalle. 35 ccm wurden zur quantitativen Bestimmung nach Allihn benutzt. Die erhaltene Cu-Menge, 0,087 g, entspricht 0,0444 g Glukose = 0,040 g Cellulose. In 43 ccm Flüssigkeit oder in 65,7 g Trockensubstanz sind also 0,0491 g Cellulose enthalten, d. h. 0,0747%.

---

1) Dieselben verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn Prof. O. Israel.

2) Dieselben unterschieden sich in Form, Grösse und Anordnung in diesen wie in allen späteren Fällen nicht von den bekannten Glukosazonkrystallen. Ich erwähne das besonders, weil die von Dreyfuss (a. a. O.) erhaltenen Krystalle kleinere Dimensionen zeigten.

2. Fall: Kind.

12. a) Lunge: Trockengewicht 34,4 g, Aetzkali 344 g. Endflüssigkeit betrug 27 ccm. Dieselbe gab die Trommer'sche Probe sehr deutlich. Die ganze Menge wurde zur quantitativen Bestimmung nach Allihn benutzt. Die erhaltene Cu-Menge, 0,0565 g, entspricht 0,0291 g Glukose = 0,0262 g Cellulose. In 34,4 g Trockensubstanz sind also 0,076% Cellulose enthalten.

13. b) Milz: Trockengewicht 13,27 g, Aetzkali 133 g. Endflüssigkeit betrug 40 ccm. Dieselbe gab die Trommer'sche Probe und lieferte charakteristische Osazonkrystalle. 20 ccm wurden zur quantitativen Bestimmung nach Allihn benutzt. Die erhaltene Cu-Menge, 0,0289 g, entspricht 0,01545 g Glukose = 0,0139 g Cellulose. In 40 ccm Flüssigkeit oder in 13,27 g Trockensubstanz sind also 0,0278 g Cellulose enthalten, d. h. 0,2094 %.

14. c) Leber: Trockensubstanz 138,2 g, Aetzkali 1382 g. Endflüssigkeit betrug 20 ccm. Dieselbe gab die Trommer'sche Probe und charakteristische Osazonkrystalle. 5 ccm lieferten nach Allihn's Methode in einer Bestimmung 0,0168 g Cu, in einer zweiten 0,0140 g Cu, im Mittel 0,0154 g. Diese Cu Menge entspricht 0,008125 g Glukose = 0,0073 g Cellulose. In 20 ccm oder in 138,2 g Trockensubstanz sind also 0,0292 g Cellulose enthalten, d. h. 0,02%.

3. Fall: Kaninchen, an Impftuberculose 49 Tage nach der Impfung gestorben.

15. Lunge und Leber: Feuchtes Gewicht 68,5 g, Aetzkali 70 g. Endflüssigkeit betrug 20 ccm. Dieselbe reducirte schwach, aber deutlich.

Zur Controle wurde ein Versuch mit einer Milz (Trockengewicht 58,3 g), die von einem nicht tuberculösen Menschen stammte, ausgeführt. Die Endflüssigkeit (15 ccm) gab keine Spur von Reduction.

G. Lange hat die Kalimethode mit der Methode von F. Schulze verglichen und gefunden, dass sie etwas höhere Werthe für Cellulose wie die letztere gibt; Untersuchungen über die absolute Genauigkeit dieses Verfahrens liegen indessen meines Wissens nicht vor; ich habe deswegen einige Versuche in dieser Richtung angestellt.

Schwedisches Filtrirpapier von Schleicher & Schüll Nr. 589 wurde bei 110° bis zum constanten Gewicht getrocknet und mit der zehnfachen Menge Aetzkali und etwas Wasser 1 Stunde bei 180° geschmolzen. Die Schmelze wurde in Wasser aufgelöst und mit Schwefelsäure angesäuert; das Ungelöste durch gewogenes Filter abfiltrirt, mit heissem und kaltem Wasser bis zum Verschwinden der Schwefelsäurereaction im Filtrat, darauf mit Alkohol

und Aether gewaschen, getrocknet und gewogen. Das Papier enthielt 0,0252% Asche.

1) Kleingeschnittenes Papier, in den Versuch eingeführt 2,3287 g, wiedergewonnen 2,0223 g = 86,84%.

2) Noch feiner zerkleinertes Papier, in den Versuch eingeführt 3,0583 g, wiedergewonnen 2,6550 g = 86,8%.

3) Mit Alkohol und Aether extrahirtes Papier, in den Versuch eingeführt 2,0987 g, wiedergewonnen 1,8255 g = 86,98%.

Aus den angeführten Zahlen geht hervor, dass man bei dieser Methode mit einem Verlust von 13 bis 14% arbeitet; dementsprechend erhöhen sich die von mir gefundenen Cellulosewerthe um ein Geringes.

Die Versuche 9 bis 15 haben also eine Bestätigung der Angaben von Freund ergeben. Weshalb es mir nicht gelang, mit Hilfe der anderen Methoden, speciell mit Hilfe des anfänglich benützten Kochverfahrens, die Cellulose nachzuweisen. vermag ich nicht mit Bestimmtheit zu sagen; vielleicht trägt die Nothwendigkeit, bei dieser Methode mit grösseren Flüssigkeitsmengen zu arbeiten, ferner die sehr erhebliche Schwierigkeit, klare Filtrate zu erzielen, sowie auch das Fällen mit Phosphorwolframsäure die Schuld, dass sich kleine Mengen von Cellulose dem Nachweis entziehen, und um kleine Mengen handelte es sich in allen meinen Versuchen. Auch Kabrhel und Dreyfuss fanden nur wenig Cellulose. Freund macht zwar keine quantitative Angabe, aber aus seiner ganzen Darstellung geht hervor, dass er grössere Quantitäten erhalten hat.

Ich möchte an dieser Stelle noch einmal hervorheben, dass bei meinen Versuchen jede Möglichkeit einer Täuschung durch von aussen eingeführte Cellulose ausgeschlossen war. Freund erwähnt nirgends in seiner Arbeit, auf diese Fehlerquelle Rücksicht genommen zu haben, doch habe ich deswegen kein Recht anzunehmen, dass er mit weniger Vorsicht zu Werke gegangen sei; auch spricht gegen die Wahrscheinlichkeit einer Verunreinigung seiner Versuche von aussen der Umstand, dass er in nicht tuberculösen Organen niemals Cellulose fand.

Was die Natur der von mir nachgewiesenen Cellulose betrifft, so handelt es sich wahrscheinlich um die von E. Schulze

sogenannte Dextroso-Cellulose. Widerstandsfähig gegen schmelzendes Alkali und gegen verdünnte Säuren zeigt sich allerdings nach E. Schulze[1]) auch die Mannoso-Cellulose, doch gibt die Mannose ein schwerlösliches Hydrazon, während das Hydrazon des von mir erhaltenen Zuckers leicht löslich war, sich also wie das Hydrazon der Glukose verhielt.

Steht somit der Cellulosegehalt tuberculöser Organe ausser Frage, so handelt es sich nunmehr darum, eine Erklärung für diese auffallende Thatsache zu finden. Freund ist der Meinung, dass sie aus den Kohlehydraten der Nahrung stamme und als Nährmaterial für die Tuberkelbacillen diene, dass »sie eines der chemischen Substrate der bei der Tuberculose auftretenden Wucherungen sei«. Die Unhaltbarkeit einer solchen Idee ist unzweifelhaft. Sehr nahe liegend ist es dagegen, anzunehmen, dass die Cellulose aus den Tuberkelbacillen stamme. Dieselben dringen in die Organe ein, vermehren sich, gehen zu Grunde und hinterlassen als unresorbirbare Masse die Cellulose, deren Menge im Laufe der Generationen mehr und mehr zunimmt. Diese Anschauung wird auch von Dreyfuss vertreten; um sie zu stützen, untersuchte er einige Bacterienspecies auf Cellulose, die bisher in den Bacterien erst in sehr seltenen Fällen mit Sicherheit nachgewiesen war, mit Hilfe der Kalimethode; er schmolz Reinculturen von Bac. subt. und von dem aus pyelonephritischem Urin isolirten Eiterbacillus (M. B. Schmidt) und erhielt nach entsprechender Weiterbehandlung in beiden Fällen eine Lösung, welche die Trommer'sche Probe und Osazon gab. Diese beiden Arten enthalten also sicher Cellulose. Andere Bacterien verhalten sich aber anders; so konnte ich z. B. in dem von mir[2]) genauer untersuchten Wasserbacillus Nr. 28 Cellulose nicht nachweisen, und ein neuerdings ausgeführter Versuch hat dasselbe negative Resultat ergeben: 16,7 g Trockensubstanz wurden mit 167 g Aetzkali geschmolzen, die Endflüssigkeit (38 ccm) zeigte keine Spur von Reductionsvermögen. Da es also, wie man sieht, nicht erlaubt

1) Zeitschr. f. physiol. Chem., Bd. XIX, S. 38.
2) Dieses Arch., Bd. XVIII, S. 318.

ist, in dieser Beziehung von einer Bacterienart auf die andere zu schliessen, so musste für die Tuberkelbacillen speciell der Nachweis der Cellulose erbracht werden.

Die zu den folgenden Versuchen dienenden Culturen wurden auf Glycerinbouillon gezüchtet, durch Seide filtrirt, mit Wasser bis zum Verschwinden der Glycerinreaction im Filtrat, dann mit Alkohol und Aether gewaschen und bei 100 bis 105° getrocknet.

1. Tuberkelbacillen, Trockengewicht 5 g, Aetzkali 5 g, Wasser 2,5 ccm, ganz allmählich bis auf 180° erhitzt. Endflüssigkeit reducirte nicht.

2. Tuberkelbacillen, Trockengewicht 5,5753 g, Aetzkali 56 g, eine Stunde bei 180° geschmolzen Endflüssigkeit reducirte nicht.

3. Tuberkelbacillen, Trockengewicht 16,45 g, Aetzkali 164 g, eine Stunde bei 180° geschmolzen. Endflüssigkeit (15 ccm) reducirte nicht.

4. Tuberkelbacillen, Trockengewicht 1,4 g, Aetzkali 14 g, eine Stunde bei 180° geschmolzen, Endflüssigkeit (3 ccm) reducirte nicht.[1])

Cellulose ist also in den Tuberkelbacillen nicht vorhanden[2]), wohl aber finden sich in ihnen, ebenso wie in dem obengenannten Wasserbacillus Nr. 28 und in anderen von mir geprüften Bacterienarten, z. B. Bac. prodigiosus, Staphylococcus pyogen. citreus, reichliche Mengen eines Kohlehydrats oder mehrerer Kohlehydrate, welche durch 5stündiges Kochen mit 2% Schwefelsäure vollständig in Lösung gebracht und in reducirenden Zucker übergeführt werden können. Offenbar dieselben Kohlehydrate kommen in der Hefe vor, diese enthält aber ausserdem noch typische Cellulose (nach meinen Versuchen mit Hilfe der Kalimethode 1 bis 2%).

Wie ich schon in meiner früheren Mittheilung aussprach, gehören die leicht invertirbaren Kohlehydrate wahrscheinlich zu der von E. Schulze aufgestellten Gruppe der Hemicellulosen.

Ist es nun, nachdem sich ergeben hat, dass die Tuberkelbacillen cellulosefrei sind, nöthig, nach einer anderen Erklärung

1) Bei diesem Versuch wirkte die concentrirte Schwefelsäure nur kurze Zeit ein.

2) Hammerschlag (Monatshefte f. Chem., 10, S. 9) gibt an, dass die Tuberkelbacillen Cellulose enthalten, doch hat er dieselbe nicht isolirt und die Reactionen, auf die er seine Behauptung stützte, können nicht als beweisende angesehen werden.

für den Cellulosegehalt tuberculöser Organe zu suchen? ich denke nicht. Der Uebergang der Hemicellulosen in Cellulosen ist jedenfalls ein sehr leichter. Es ist sehr wohl möglich, dass die im Organismus wachsenden Tuberkelbacillen Cellulose bilden, während sie es in künstlichen Nährlösungen nicht thun; ja es ist durchaus nicht ausgeschlossen, dass speciell die Glycerinbouillon ungünstig für die Cellulosebildung ist, dass Cellulose aber erzeugt wird, wenn man Tuberkelbacillen auf Blutserum, vielleicht schon, wenn man sie auf Traubenzuckerbouillon oder auf Kartoffeln züchtet. Hierüber muss natürlich das Experiment entscheiden.

Zum Schluss bemerke ich, dass über die zuletzt aufgeworfenen Fragen im hiesigen Institut weiter gearbeitet wird, ebenso über die Hemicellulosen der Bacterien und Hefen.

Bericht über die Untersuchung des Berliner Leitungswassers in der Zeit vom November 1891 bis März 1894.

Von

Privatdocent Dr. Carl Günther und Dr. F. Niemann,
Assistenten am Institut.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.)

Die Untersuchungen des Berliner Leitungswassers, über die nachstehend berichtet werden soll, bilden die Fortsetzung analoger Untersuchungen, welche von Wolffhügel[1]) (Juli 1884 bis Mai 1885), Plagge und Proskauer[2]) (Juni 1885 bis April 1886), Proskauer[3]) (April 1886 bis October 1891) angestellt und publicirt worden sind.

Die Stadt Berlin wird bekanntlich mit Oberflächenwasser versorgt, welches vor dem Gebrauche einer Filtration durch Sand unterworfen wird. Das Rohwasser wird von zwei verschiedenen Stellen entnommen. Die eine dieser Stellen war bis zum November 1893 die Spree dicht oberhalb Berlins bei Stralau. In den ersten Tagen des November wurde das Stralauer Wasserwerk, zugleich die älteste Filteranlage Deutschlands, geschlossen; seitdem bezieht die Stadt Berlin ihr Leitungswasser einestheils von dem (1888 vollendeten) Tegeler Wasserwerke, anderntheils von dem im Jahre 1893 dem Betriebe übergebenen Wasserwerke am

1) Arbeiten aus dem Kais. Ges.-Amte, Bd. I, 1886, S. 1 und 563.
2) Zeitschr. f. Hygiene, Bd. II, 1887, S. 401.
3) Zeitschr. f. Hygiene, Bd. IX, 1890, S. 103 und Bd. XIV, 1893, S. 250.

Müggelsee oberhalb von Friedrichshagen. Die beiden letztgenannten Wasserwerke befinden sich in ganz ausserordentlich viel günstigerer Lage, als das alte Stralauer Werk. Das Stralauer Werk liegt noch innerhalb des städtischen Weichbildes, kaum vier Kilometer vom Centrum der Stadt entfernt, an einer Stelle, wo die Spree auf die mannigfachste Weise verunreinigt ist (Schifffahrtsverkehr, Fabriken und Wäschereien oberhalb des Werkes; sämmtlich Factoren, die in den letzten Jahren eine erhebliche Zunahme erfahren haben). Im Gegensatze dazu liegen das Tegeler Wasserwerk sowie das Müggelsee-Werk an grossen Wasserbecken, die kaum der Verunreinigung ausgesetzt sind. Der Tegeler See stellt eine Ausbuchtung der Havel oberhalb des Einflusses der Spree, der Müggelsee eine Ausbuchtung der Spree, etwa 20 km vom Centrum der Stadt Berlin entfernt, dar.

Bezüglich der Einrichtungen der Berliner Wasserwerke, sowie bezüglich der Wasserfiltration durch Sand im allgemeinen kann auf die oben citirten Untersuchungen, sowie auf die Arbeiten von Piefke[1]) und von R. Koch[2]) verwiesen werden. Was die Grösse der jetzt im Betriebe befindlichen Berliner Wasserwerke angeht, so besitzt das Tegeler Werk 21 überwölbte (und dadurch vor Frost geschützte) Filterbassins mit einer gesammten filtrirenden Sandfläche von 50000 qm; die maximale Leistungsfähigkeit pro 24 Stunden beträgt rund 86400 cbm. Das Müggelsee-Werk ist bisher nur ungefähr zur Hälfte der überhaupt projectirten Anlage fertiggestellt. Die im Betriebe befindliche Hälfte besitzt 22 überwölbte Filter zu je etwa 2330 qm Grundfläche; die Leistungsfähigkeit dieser Hälfte beträgt etwa 90000 cbm pro Tag[3]). Das alte Stralauer Werk besass 8 offene und 3 überwölbte Filter mit im Ganzen 37000 qm Fläche.

Die Untersuchungen des Wassers wurden, wie früher, in der Weise vorgenommen, dass an zwei bestimmten Tagen in jedem

1) Zeitschr. f. Hygiene, Bd. VII, 1889, S. 115, Bd. VIII, 1890, S. 331, Bd. XVI, 1894, S. 151.

2) Zeitschr. f. Hygiene, Bd. XIV, 1893, S. 393.

3) Nach persönlicher Mittheilung des Herrn Ingenieur Anklamm, Betriebsleiter des städt. Wasserwerkes Friedrichshagen bei Berlin.

Monat (gewöhnlich am 1. und 15.) 1. das unfiltrirte Rohwasser von der Schöpfstelle eines jeden Wasserwerkes, 2. das filtrirte Mischwasser von jedem Wasserwerke, 3. das Wasser aus der Saugekammer und dem Reservoir des Charlottenburger Hochbehälters [1]), 4. das Wasser von fünf verschiedenen Stellen der Wasserleitung innerhalb der Stadt Berlin einer bacteriologischen und einer chemischen Prüfung unterworfen wurde.

I. Die bacteriologische Prüfung.

Dieselbe bezog sich stets auf die Ermittelung der Anzahl der in 1 ccm des Wassers vorhandenen entwickelungsfähigen Keime. Die Wasserprobe wurde zum Zwecke der Untersuchung in der bekannten Weise in sterilisirten, mit sterilisirtem Wattepfropf versehenen Erlenmeyer'schen Kölbchen aufgefangen, umgehend in das Laboratorium gebracht und dort möglichst sofort weiter behandelt; d. h. das Wasser wurde zunächst kräftig durchgeschüttelt, um etwa zu Boden gegangene Keime aufzurühren und eine gleichmässige Vertheilung der suspendirten Dinge herbeizuführen, und es wurde dann mit sterilisirter Messpipette eine abgemessene Quantität des Wassers entnommen und mit ca. 10 ccm geschmolzener, 30 bis 40° C. warmer Nährgelatine innig vermischt. Das Gemisch wurde auf sterilisirte Glasplatten ausgegossen, die nach dem Erstarren der Gelatine in der feuchten Kammer bei Zimmertemperatur (ca. 21° C.) der weiteren Entwickelung überlassen wurden. Nach 2 bis 4 Tagen wurden die entwickelten Colonien mit Hilfe des Wolffhügel'schen Colonienzählapparates gezählt, und die gefundene Anzahl wurde auf 1 ccm Wasser umgerechnet. So wurden die in der folgenden Tabelle aufgeführten Zahlen erhalten.

---

1) Der Charlottenburger Hochbehälter nimmt das Tegeler Wasser zunächst auf, um es dann in das Rohrsystem der Berliner Wasserleitung zu drücken; in analoger Weise ist zwischen das Müggelsee-Werk und das Rohrsystem der Berliner Wasserleitung ein Hochbehälter auf dem Plateau oberhalb Lichtenbergs eingeschaltet. Das alte Stralauer Werk drückte das filtrirte Wasser direct (ohne Zwischenstation) in das Berliner Rohrnetz.

Anzahl der entwickelungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser:

Datum der Untersuchung	Stralauer Wasser unfiltrirt	Stralauer Wasser filtrirt	Tegeler Wasser unfiltrirt	Tegeler Wasser filtrirt	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	Charlottenb. Hochbehälter, Reservoir	Wasser in der Stadt W. Wilhelmstr. 75	Wasser in der Stadt SW. Kochstrasse 65	Wasser in der Stadt SO. Schmidtstr. 16	Wasser in der Stadt NW. Friedr.-Str. 126	Wasser in der Stadt C. Weinmeisterstrasse 15	Müggelsee-Wasser unfiltrirt	Müggelsee-Wasser filtrirt
16. Nov. 1891	9125	400	132	45	1635	800	42	60	850	41	262	—	—
1. Dec. »	6400	250	33	19	107	125	47	42	47	44	660	—	—
15. » »	8480	270	156	9	95	66	17	20	21	19	268	—	—
2. Jan. 1892	7400	100	230	12	29	23	12	32	15	18	84	—	—
15. » »	2100	33	28	10	212	38	25	31	35	23	98	—	—
1. Febr. »	2500	530	1620	48	147	115	157	60	140	57	1500	—	—
15. » »	17500	290	384	23	108	90	21	30	115	21	23	—	—
1. März »	6700	680	470	18	25	145	40	17	480	120	74	—	—
15 » »	22000	67	54	44	393	170	120	100	150	47	120	—	—
1. April »	10000	144	348	39	53	84	33	42	35	222	64	—	—
16. » »	3480	161	72	20	15	9	29	26	222	22	37	—	—
2. Mai »	2900	206	120	20	65	174	70	50	170	44	204	—	—
16. » »	14400	108	197	verunglückt	78	93	40	52	348	24	285	—	—
1. Juni »	12000	150	240	48	60	62	90	66	472	136	176	—	—
15. » »	24000	44	228	252	140	380	180	48	760	60	364	—	—
1. Juli »	4800	27	28	12	30	161	14	26	85	25	95	—	—
15 » »	19400	48	22	24	84	148	63	37	95	75	43	—	—
1. Aug. »	11500	190	1800	80	100	180	96	72	108	136	108	—	—
15. » »	10000	720	530	124	240	104	216	160	140	124	136	—	—
1. Sept. »	18500	130	248	65	115	47	120	78	56	92	71	—	—
15. » »	52000	488	420	72	128	208	112	96	332	108	266	—	—
1. Oct. »	29400	48	136	nicht geliefert	64	72	Leitung [illegible]	28	144	44	148	—	—
15. » »	19800	124	200	164	20	80	28	28	56	40	100	—	—
1. Nov. »	52000	8320	468	56	168	520	36	64	424	20	4200	—	—
15. » »	14800	1848	128	36	52	64	24	72	1300	60	1650	—	—
1. Dec. »	14000	740	240	44	100	112	78	40	1120	46	nicht geliefert	—	—
15. » »	22600	640	530	168	204	88	122	194	208	94	63	—	—
2. Jan. 1893	Unvorschriftsmässig geliefert		200	66	40	42	58	72	100	68	1100	—	—
16. » »	29300	2900	104	44	42	38	58	44	1100	42	3100	—	—
1. Febr. »	72000	9600	600	80	272	184	480	660	8100	444	6000	—	—
15. » »	250000	16800	1860	32	30	230	60	32	9600	40	11800	—	—
1. März »	19200	250	780	30	26	38	26	42	35	58	140	—	—
15. » »	45000	1500	1470	56	240	70	38	58	740	64	580	—	—
1. April »	35000	4500	230	110	320	129	530	800	1400	370	2500	—	—
15. » »	19800	250	1100	32	42	24	36	48	192	48	128	—	—
1. Mai »	3000	80	230	12	1400	20	34	34	70	22	30	—	—
15. » »	22000	470	2760	20	80	200	72	120	550	104	100	—	—

Datum der Untersuchung	Stralauer Wasser unfiltrirt	Stralauer Wasser filtrirt	Tegeler Wasser unfiltrirt	Tegeler Wasser filtrirt	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	Charlottenb. Hochbehälter, Reservoir	Wasser in der Stadt W. Wilhelmstr. 75	Wasser in der Stadt SW. Kochstrasse 65	Wasser in der Stadt SO. Schmidtstr. 16	Wasser in der Stadt NW. Friedr.-Str. 126	Wasser in der Stadt C. Weinmeisterstrasse 15	Müggelsee-Wasser unfiltrirt	Müggelsee-Wasser filtrirt
1. Juni 1893	17000	100	340	58	88	54	36	42	230	46	44	—	—
15. » »	9900	184	300	32	32	34	32	32	132	52	160	—	—
1. Juli »	19000	330	330	124	100	180	108	92	480	176	200	—	—
15. » »	2200	600	460	24	86	124	92	140	310	104	112	—	—
1 Aug. »	7200	140	1800	60	24	28	36	40	84	116	62	—	—
15. » »	9800	1430	4600	128	880	288	180	188	432	240	500	—	—
1. Sept. »	17820	213	2367	505	516	354	110	76	164	88	55	249	25
15. » »	31920	640	960	40	280	300	140	120	40	80	0	180	20
2. Oct. »	12000	260	460	44	200	180	62	64	128	nicht gelief.	134	410	70
16. » »	2600	148	470	56	116	288	36	52	248	36	54	324	224
1. Nov. »	39000	1320	80	14	188	284	18	46	42	48	46	290	56
15. » »	—	—	320	14	60	54	24	36	22	18	34	880	26
1. Dec. »	—	—	1130	144	268	260	108	90	152	228	460	1650	268
15. » »	—	—	340	52	80	100	46	64	88	264	116	3040	104
2. Jan. 1894	—	—	390	52	68	80	52	64	76	96	8	5280	20
15. » »	—	—	70	24	38	80	32	24	32	40	56	4480	60
1. Febr. »	—	—	290	28	56	200	26	44	30	28	34	2240	256
15. » »	—	—	1500	52	180	204	60	160	184	188	160	2570	144
1. März »	—	—	440	40	164	80	48	96	104	72	52	2600	240
15. » »	—	—	1230	22	136	116	28	44	78	38	32	790	38

Aus der vorstehenden Tabelle geht zunächst die grosse Verschiedenheit in der Qualität des Rohwassers des Stralauer Werkes einerseits und des Tegeler und des Müggelsee-Werkes andererseits hervor. Während das Stralauer Werk ein Rohwasser mit einem durchschnittlichen Gehalt von 22800 Keimen pro Cubikcentimeter zu verarbeiten gezwungen ist (die maximale Keimzahl bei unseren Untersuchungen betrug 250000, die minimale 2100), so verarbeitet das Tegeler Werk ein Rohwasser mit einem durchschnittlichen Gehalt von 636 Keimen (Maximum 4600, Minimum 22); beim Müggelsee-Werk enthält das Rohwasser im Durchschnitt 1784 (Maximum 5280, Minimum 180) Keime pro Cubikcentimeter. Es liegt nun in der Natur der Sache, dass eine Filteranlage, welche ein an suspendirten Bestandtheilen so reiches Rohwasser verarbeiten muss, und an welche zugleich bezüglich der zu fördernden

Wasserquantitäten so hohe Ansprüche gestellt werden, wie es beim Stralauer Werk der Fall war, ganz ausserordentlich viel schwieriger in befriedigender Function zu erhalten ist als eine andere Filteranlage, welche ein relativ so reines Wasser verarbeitet, wie es bei dem Tegeler Werk der Fall ist. In dem ersteren Falle tritt in ganz ausserordentlich viel kürzerer Zeit eine Verschlammung der einzelnen Filter und damit die Nothwendigkeit der Reinigung derselben ein, als in dem zweiten Falle. Es ist aber eine bekannte Thatsache, dass mit der geschehenen Reinigung eines Filters; d. h. mit der Entfernung der Schlammschicht von der Oberfläche des Sandes, noch nicht ohne weiteres das Filter die Fähigkeit wiederbekommen hat, ein gut filtrirtes Wasser zu liefern, sondern dass sich diese Fähigkeit erst allmählich wiederherstellt. So kommt es, dass von dem thatsächlich durch das Filter gegangenen Wasserquantum ein grösserer oder geringerer Procentsatz als ungenügend gereinigt verworfen werden muss. Für das Stralauer Werk gibt Piefke[1]) den hierdurch entstandenen Verlust auf 9 bis 13,8% der filtrirten Wassermenge an. Je reiner das Rohwasser, um so niedriger ist selbstverständlich dieser Verlust. Ein weiterer ungünstiger Umstand für das Stralauer Werk war im Vergleich zu den anderen Werken der, dass die Filter der Mehrzahl nach offene, nicht überwölbte waren; offene Filter sind aber im Winter dem Einfrieren der Sandschicht bei der Reinigung ausgesetzt, und dadurch wird der Betrieb ganz ausserordentlich erschwert.[2]) Wir werden uns nach alledem nicht wundern dürfen, wenn bezüglich des Keimgehaltes das filtrirte Stralauer Wasser den an ein gut filtrirtes Wasser zu stellenden Anforderungen relativ selten entsprochen hat. In nur 9 von 47 untersuchten Proben (d. h. in 19,1% der Fälle) ging der Keimgehalt nicht über 100 pro Cubikcentimeter hinaus. Im Gegensatz dazu zeigte das filtrirte Tegeler Wasser in 83,6% der Untersuchungen weniger als 100 Keime im Cubikcentimeter. Der häufig hohe Keimgehalt des filtrirten Stralauer Wassers spiegelt sich auch in den Ergebnissen der Untersuchungen der aus der Wasserleitung innerhalb der

1) Zeitschr. f. Hygiene, Bd. XVI, 1894, S. 177.

2) Vergl. R. Koch, Zeitschr. f. Hygiene, Bd. XIV, 1893, S. 414.

Stadt entnommenen Wasserproben wieder. Die beiden Entnahmestellen S.O. Schmidtstrasse 16 und C. Weinmeisterstrasse 15 lagen unter allen Entnahmestellen dem Stralauer Werke am nächsten; die erstere Entnahmestelle lag am südlichen, die letztere am nördlichen Druckrohre des Werkes[1]). Beide Stellen wurden, so lange das Stralauer Werk in Thätigkeit war, wahrscheinlich ausschliesslich mit Stralauer Wasser versorgt. Dementsprechend finden wir fast durchgehend den Keimgehalt des Wassers dieser Entnahmestellen erheblich höher als den der übrigen Entnahmestellen in der Stadt; die letzteren haben — abgesehen von ganz vereinzelten Ausnahmen — durchgehend ein Wasser von niedrigem Keimgehalt dargeboten.

Was die Gründe für das ziemlich erhebliche Schwanken des Keimgehaltes des filtrirten Stralauer Wassers angeht, so liess sich darüber nichts Sicheres ermitteln. Die Inanspruchnahme des Stralauer Werkes bezüglich der zu liefernden Wasserquantitäten war eine sehr wechselnde; Einrichtungen, das filtrirte Wasser der einzelnen Filter für sich zu untersuchen, bestanden nicht; die Filtrationsgeschwindigkeit wurde nicht regelmässig notirt, ebensowenig der Filtrationsdruck. So ist es in den einzelnen Fällen ganz unmöglich, aus den vielen Factoren, welche die Beschaffenheit des Sammelwassers im Reinwasserreservoir beeinflussen können, die gerade zutreffenden herauszufinden. Von der Direction der Berliner Wasserwerke wurden uns in dankenswerther Weise die genauen Angaben der Wasserquantitäten, welche das Stralauer Werk an den einzelnen Untersuchungstagen gefördert hat, zur Verfügung gestellt. Wir bringen diese Angaben in der nachfolgenden Tabelle zugleich mit den entsprechenden Zahlen, welche den Keimgehalt pro Cubikcentimeter in dem unfiltrirten und in dem filtrirten Stralauer Wasser angeben. Irgend eine Beziehung zwischen der Grösse des geförderten Wasserquantums und der Höhe des Keimgehaltes (an die man wegen der bei höherer Inanspruchnahme der Filter event. nothwendig werdenden höheren

1) Vergl. hierzu die Taf. IV in Bd. II der Zeitschr. f. Hygiene (Plan von Berlin mit dem Rohrnetz der Wasserleitung).

Filtrationsgeschwindigkeit denken könnte) lässt sich, wie man sieht, nicht erkennen.

	Gesammtvolumen des vom Stralauer Werk geförderten Wassers in cbm		Keimgehalt des Stralauer Wassers pro ccm	
	auf die Filter	in die Stadt	unfiltrirt	filtrirt
16. November 1891 .	29 256	27 412	9 125	400
1. December » . .	29 576	26 270	6 400	250
15. » » . .	36 994	31 272	8 480	270
2. Januar 1892 .	25 256	22 482	7 400	100
15. » » . .	25 977	22 715	2 100	33
1. Februar » . .	32 094	26 028	2 500	530
15. » » . .	23 998	24 208	17 500	290
1. März » . .	30 686	26 500	6 700	680
15. » » . .	38 136	33 109	22 000	67
1. April » . .	34 468	30 324	10 000	144
16. » » . .	55 708	46 690	3 480	161
2. Mai » . .	39 856	31 784	2 900	206
16. » » . .	44 368	37 424	14 400	108
1. Juni » . .	81 842	63 422	12 000	150
15. » » . .	56 482	45 118	24 000	44
1. Juli » . .	52 650	43 046	4 800	27
15. » » . .	51 544	42 776	19 400	48
1. August » . .	58 492	47 156	11 500	190
15. » » . .	58 930	50 894	10 000	720
1. September » . .	75 378	61 652	18 500	130
15. » » . .	65 252	54 302	52 000	488
1. October » . .	61 674	50 602	29 400	48
15. » » . .	54 250	46 168	19 800	124
1. November » . .	49 278	39 092	52 000	8 320
15. » » . .	45 908	38 606	14 800	1 848
1. December » . .	39 536	35 140	14 000	740
15. » » . .	35 720	32 641	22 600	640
2. Januar 1893 .	31 994	30 358	—	—
16. » » . .	31 912	29 925	29 300	2 900
1. Februar » . .	37 822	36 228	72 000	9 600
15. » » . .	34 916	30 684	250000	16 800
1. März » . .	33 479	29 510	19 200	250
15. » » . .	37 696	32 568	45 000	1 500
1. April » . .	41 184	39 922	35 000	4 500
15. » » . .	57 668	46 216	19 800	250
1. Mai » . .	54 588	41 538	3 000	80
15 » » . .	66 886	58 446	22 000	470

	Gesammtvolumen des vom Stralauer Werk geförderten Wassers in cbm		Keimgehalt des Stralauer Wassers pro ccm	
	auf die Filter	in die Stadt	unfiltrirt	filtrirt
1. Juni 1893 .	66 496	54 620	17 000	100
15. » » . .	79 280	64 413	9 900	184
1. Juli » . .	75 830	64 420	19 000	330
15 » » . .	61 572	50 865	2 200	600
1. August » . .	42 966	34 604	7 200	140
15. » » . .	49 622	36 378	9 800	1 430
1. September » . .	58 222	32 914	17 820	213
15. » » . .	44 272	30 244	31 920	640
2. October » . .	32 948	27 198	12 000	260
16. » » . .	6 964	4 558	2 600	148

Unsere erste Tabelle zeigt ferner die (bereits von den Eingangs citirten früheren Untersuchern festgestellte) Eigenthümlichkeit des Wassers des Charlottenburger Hochbehälters, dass es — fast durchgehend — einen höheren Keimgehalt aufweist als das in Tegel entnommene filtrirte Tegeler Wasser. Da der Charlottenburger Hochbehälter nur filtrirtes Tegeler Wasser erhält, so handelt es sich also um eine in dem Hochbehälter selbst vor sich gehende Keimvermehrung, die ohne Zweifel als ein mit der dort stattfindenden Stagnirung des Wassers zusammenhängendes Phänomen aufzufassen ist.

Wie oben bereits erwähnt, wurde bei den regelmässigen bacteriologischen Untersuchungen des Berliner Leitungswassers stets die Ermittelung der Keimzahl erstrebt; auf die Bestimmung der in dem Wasser vorkommenden Arten wurde im allgemeinen kein besonderer Werth gelegt. (Eine Ausnahme in dieser Beziehung machen die in einem Anhange zu dieser Arbeit mitgetheilten Untersuchungen des Stralauer Rohwassers auf Cholera- und Typhusbacterien.) Auf einige gelegentlich gemachte interessante Befunde sei hier jedoch hingewiesen. Am 1. Febr. 1893 und von da ab regelmässig bis in den Juli hinein fanden wir in dem Bodensatze des Stralauer Rohwassers Crenothrix in spärlicher Menge. Später verschwand sie und wurde bisher

nicht wieder gefunden. In den übrigen Rohwässern, sowie in den filtrirten Wässern wurde Crenothrix nicht gefunden. Ferner fand sich ab und zu, namentlich auf dünn besäten Platten filtrirten Wassers, eine Cladothrix (Cladothrix dichotoma Cohn?), welche die Gelatine im Umkreise der weissgrauen Colonien braun färbt und die Gelatine sehr langsam verflüssigt.

Fassen wir unser Urtheil über das Berliner Leitungswasser, soweit sich nach den Ergebnissen der berichteten bacteriologischen Prüfungen ein Urtheil überhaupt bilden lässt, zusammen, so geht dies dahin, dass das Stralauer Werk, namentlich in den letzten Jahren seines Betriebes, eine entschiedene Calamität für Berlin bedeutete. Diese Calamität hatte ihren Grund einestheils, und zwar hauptsächlich, in der sehr schlechten Beschaffenheit des Rohwassers, welches das Werk zu verarbeiten hatte, anderntheils in der relativ unvollkommenen Anlage des Werkes (hauptsächlich kommt hier in Betracht der Mangel an frostsicheren Filtern). Seit das Stralauer Werk geschlossen ist, hat sich der Keimgehalt des Wassers sämmtlicher untersuchter Entnahmestellen der Stadt fast ausnahmslos in befriedigenden Grenzen gehalten. Allerdings dürfen wir nicht vergessen, dass unsere in 14 tägigen Pausen angestellten Untersuchungen nur ganz allgemeine Schlüsse, nur ein Urtheil über die Verhältnisse im Grossen und Ganzen, gestatten. Um über die Functionirung eines Filterwerkes einigermaassen Genaueres zu erfahren, bedarf es — wie dies ja neuerdings gefordert wird — der täglichen Untersuchung des Reinwassers eines jeden einzelnen Filters. Und ob selbst eine solche eingehende Prüfung einen sicheren Schluss auf die Functionirung eines mehrere tausend Quadratmeter grossen Filters in allen seinen einzelnen Theilen zulässt, dürfte doch sehr fraglich sein.

II. Die chemische Beschaffenheit des zur Untersuchung gelangten Wassers.

Die Untersuchung geschah nach der von B. Proskauer früher bei der Analyse des Berliner Leitungswasser in Anwendung gebrachten Methode.[1])

1) Zeitschr. f. Hygiene, Bd. II, S. 401.

Die Wasserproben für die chemische Untersuchung wurden gemeinschaftlich mit denen für die bacteriologische Untersuchung von Beamten der städtischen Wasserwerke entnommen und, mit dazu nöthigen Angaben versehen, dem Institute übersandt.

Das unfiltrirte Spreewasser war stets von gelblicher Farbe und mehr oder minder getrübt, beim Stehen setzte sich ein gelber bis gelbbrauner Bodensatz ab, Geruch war nicht vorhanden, und der Geschmack meist moderig. Der Trockenrückstand dieses Wassers war stets ein relativ hoher, bis 27,6 Theile auf 100 000 Theile Wasser. Hiermit in Einklang stand auch der hohe Gehalt des Wassers an organischen Substanzen, bis 3,91 Theile auf 100 000 Theile Wasser wuchs die Oxydirbarkeit durch $KMnO_4$ in dem Sommer 1893 an.

Der Gehalt des Wassers an Kalk ist verhältnismässig gering, im Mittel fanden sich nicht mehr als 4,5 Theile Kalkoxyd auf 100 000 Theile Wasser.

Schwefelsäure fand sich ebenfalls in diesem Wasser nur in mässigen Mengen. Dagegen waren Chloride in reichlichen Mengen vorhanden, der Chlorgehalt stieg bis 5,32 Theile Chlor auf 100 000 Theile Wasser.

Regelmässig fanden sich in den Sommermonaten Spuren von Salpetersäure und salpetriger Säure, das Auftreten der letzteren scheint ebenso wie das des Ammoniak sehr abhängig von dem Wasserstand zu sein, denn sehr häufig fällt der niedrigste Wasserstand mit den höchsten Werthen für Ammoniak und salpetriger Säure zusammen. Hinzu kommt hier allerdings noch, dass der niedrigste Wasserstand naturgemäss in den heissesten Monaten eintritt, und in diesen auch die Fäulnis im Wasser begünstigter ist denn sonst.

Ammoniak fand sich während des ganzen Jahres in Spuren, im Sommer häufig in ziemlicher Menge im unfiltrirten Spreewasser. Im Sommer 1893 fanden sich längere Zeit hindurch 0,45 Theile Ammoniak auf 100 000 Theile Wasser.

Von sonstigen Bestandtheilen sei hier noch das Eisen erwähnt, welches sich regelmässig in den Proben als gelbbrauner Bodensatz von Eisenoxydhydrat findet.

Das unfiltrirte Tegeler Seewasser war zumeist schwach gelb gefärbt, aber klar und setzte nur selten einen nennenswerthen, Bodensatz ab. Dies war nur der Fall, wenn besonders hoher Wellengang den Boden angerührt hatte. Geruch war niemals bei diesem Wasser wahrzunehmen, und der Geschmack durchaus normal.

Der Trockenrückstand stieg einmal bis 24,5 Theile auf 100 000 Theile Wasser, im Mittel betrug er 19,10 Theile.

Die Oxydirbarkeit durch Kaliumpermanganat betrug bis 2,77 Theile auf 100 000 Theile Wasser.

Der Gehalt des Wassers an Kalk, berechnet als Kalkoxyd, stieg bis 8,15 Theile auf 100 000 Theile Wasser.

An Chloriden war das Tegeler Seewasser ärmer als das Spreewasser, das Maximum an Chloriden betrug 2,38 Theile auf 100 000 Theile Wasser.

Salpetersäure und salpetrige Säure fand sich im Sommer ab und zu in geringen Spuren im Seewasser vor.

Ammoniak wurde nur in ganz vereinzelten Fällen in Spuren nachgewiesen.

Das unfiltrirte Wasser von den Werken am Müggelsee war von gelbgrüner Farbe, meist schwach getrübt und mit geringem Bodensatz. Ein schwach modriger Geruch wurde mitunter wahrgenommen, der Geschmack war fade, oft an Lehm erinnernd. Der Rückstand des Wassers an dieser Stelle der Spree war nennenswerth geringer als bei Stralau, der höchste hierfür gefundene Werth betrug 20,87 Theile auf 100 000 Theile Wasser. Auch der Gehalt des Wassers an organischen Substanzen ist hier geringer als bei Stralau, nur einmal betrug die Oxydirbarkeit durch Kaliumpermanganat 2,64 Theile auf 100 000 Theile. Im Chlor- und Schwefelsäuregehalte bestehen keine grösseren Differenzen zwischen beiden Wässern. Der Kalkgehalt dagegen ist am Müggelsee ein nicht unerheblich grösserer als bei Stralau, einmal wurden 7,70 Theile Calciumoxyd auf 100 000 Theile Wasser gefunden.

Ammoniak, Salpetersäure und salpetrige Säure traten nur in einzelnen Fällen und in Spuren auf.

Durch die Filtration wurden alle drei beschriebenen Wassersorten hinsichtlich ihres Aussehens, Geschmackes und Geruches

vortheilhaft beeinflusst. Die gelbliche, resp. gelblich-grüne Farbe des Wassers von Stralau und vom Müggelsee machte nach der Filtration einer schwach gelblichen Platz, häufig waren sie durch diesen Process auch farblos geworden, welch letzteres bei dem Tegeler Seewasser fast regelmässig der Fall war. Die drei Wässer waren nach der Filtration stets klar und völlig geruchlos, von gutem Geschmack und bildeten auch nach längerem Stehen niemals einen Bodensatz.

Auf den Rückstand hatte die Filtration keinen bemerkenswerthen Einfluss, ebenso wenig auf den Gehalt der Wässer an Kalk, Chlor und Schwefelsäure. Dagegen wirkte die Filtration vortheilhaft verringernd auf die organische Substanz, Ammoniak, Salpetersäure und salpetrige Säure ein. Diese Thatsache tritt am auffälligsten bei dem Stralauer Wasser hervor.

Das Wasser des Charlottenburger Hochbehälters entspricht durchweg dem filtrirten Tegeler Seewasser in seiner chemischen Beschaffenheit, aus dem ja auch ausschliesslich sein Vorrath entnommen wird.

Die Wasserproben, welche innerhalb der Stadt entnommen wurden, entsprachen regelmässig dem filtrirten Wasser ihres Ursprunges, sie waren dementsprechend entweder schwach gefärbt oder farblos, stets geruchlos, von gutem Geschmack und fast immer ohne Bodensatz. An dem Gehalt an Chlor und Kalk der Wasserproben liess sich jedesmal mit Bestimmtheit feststellen, ob es sich um Spreewasser oder Tegelerseewasser handelte, so lange noch das Stralauerwerk in Betrieb war, seit der Eröffnung des Werkes am Müggelsee ist dieser Entscheid etwas erschwert worden, da jetzt nennenswerthe, regelmässig wiederkehrende Unterschiede in dem Gehalte an Kalk wenigstens nicht vorliegen.

Ammoniak, Salpetersäure und salpetrige Säure sind bei den in der Stadt entnommenen Proben mit Ausnahme von Nr. 8 und 10 niemals nachgewiesen worden.

Die Entnahmestellen Nr. 8 Schmidtstrasse Nr. 16 und Nr. 10 Weinmeisterstrasse Nr. 15 lagen, wie bereits oben erörtert, direct an den beiden Hauptdruckrohren des Stralauer Werkes, und hieraus erklärt es sich wohl, dass bei ihnen des öfteren sowohl

Spuren von Ammoniak als auch von Salpetersäure und salpetriger Säure nachgewiesen wurden.

Im Vergleich zu den früher ausgeführten Untersuchungen des Berliner Leitungswassers zeigt es sich, dass sich im Laufe der Zeit das Wasser sowohl der Stralauer als auch der Tegeler Werke in seiner chemischen Beschaffenheit nicht wesentlich verändert hat, obwohl sich bei dem Stralauer Wasser in den Sommermonaten eine Zunahme an Ammoniak, Salpetersäure und salpetriger Säure bemerkbar machte.

In den nachstehenden Tabellen sind die Untersuchungsergebnisse des Berliner Leitungswassers in der Zeit vom 15. November 1891 bis zum 15. März 1894 zusammengestellt.

Die angegebenen Werthe verstehen sich als Theile berechnet auf 100 000 Theile des Wassers.

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand	Calciumoxyd	Chlor	Ammoniak	Oxydirbarkeit durch $KMnO_4$	Anzahl der entwickelungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
	Untersuchung vom 16. November 1891.						
1	Spreewaser unfiltrirt	21,5	5,0	2,13	0,25	4,3	9125
2	Spreewasser filtrirt	22,0	5,70	2,13		2,7	400
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	20,3	5,70	1,56		1,8	132
4	Tegeler Wasser filtrirt	20,0	7,65	1,56		1,6	45
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	20,0	6,26	1,77		1,9	1635
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	19,8	6,50	1,49		1,8	800
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W.	19,5	6,09	1,77		2,0	42
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	19,3	6,50	1,59		1,9	60
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO.	20,0	5,70	1,56		2,1	850
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW.	19,7	6,87	1,49		1,6	41
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C.	19,7	6,09	1,56		2,4	262

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand	Calciumoxyd	Chlor	Ammoniak	Oxydirbarkeit durch $KMnO_4$	Anzahl der entwickelungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
	Untersuchung vom 1. December 1891.						
1	Spreewasser unfiltrirt	20,25	5,83	2,48	0,25	3,0	6800
2	Spreewasser filtrirt	20,0	5,83	2,48		2,6	250
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	20,2	7,80	1,77		2,0	33
4	Tegeler Wasser filtrirt	20,3	7,0	2,13		2,0	19
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	20,1	6,61	2,13		1,7	107
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	20,0	5,83	1,77		2,1	125
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W.	20,3	7,0	1,56		1,7	47
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	19,8	5,44	1,77		2,0	42
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO.	20,0	6,61	1,77		2,0	47
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW.	20,1	5,83	1,77		2,0	44
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C.	20,7	5,44	2,48		2,3	660
	Untersuchung vom 15. December 1891.						
1	Spreewasser unfiltrirt	19,7	4,54	2,48	0,05	2,13	8480
2	Spreewasser filtrirt	25,0	5,44	2,34		2,15	270
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	15,5	6,6	2,13		1,80	156
4	Tegeler Wasser filtrirt	20,5	6,6	2,05		1,64	9
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	20,7	6,6	1,77		1,67	95
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	20,7	6,1	1,77		1,52	66
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W.	20,7	6,1	1,77		1,55	17
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	20,5	6,6	2,13		1,72	20
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO.	20,8	6,1	2,27		1,55	21
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW.	20,7	4,0	1,41		1,70	19
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C.	19,7	6,1	2,27		1,80	268
	Untersuchung vom 2. Januar 1892.						
1	Spreewasser unfiltrirt	20,0	5,13	2,48	0,05	2,98	7400
2	Spreewasser filtrirt	19,3	5,13	2,13		2,65	100
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	20,8	6,3	1,77		2,3	230
4	Tegeler Wasser filtrirt	21,2	5,9	1,99		2,10	12
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	20,9	6,3	1,77		2,06	29
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	20,3	5,9	1,77		2,18	23
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W.	20,8	6,3	1,99		2,06	12
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	20,7	5,9	1,63		2,06	32
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO.	21,0	6,3	1,77		2,14	15
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW.	21,1	6,3	1,77		2,14	18
10	Weinmeisterstr Nr. 15 C.	20,8	5,9	2,13		2,40	84

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand	Calciumoxyd	Chlor	Ammoniak	Oxydirbarkeit durch $KMnO_4$	Anzahl der entwickelungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
	Untersuchung vom 15. Januar 1892.						
1	Spreewasser unfiltrirt	20,7	5,13	2,13	0,05	2,44	2100
2	Spreewasser filtrirt	20,7	5,55	2,13		1,97	33
3	Tegeler Wasser unfiltrirt . . .	22,2	6,3	1,77		2,50	28
4	Tegeler Wasser filtrirt	21,4	6,7	1,42		2,09	10
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	20,9	6,7	1,56		2,14	212
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	21,3	6,7	1,56		1,76	38
6	Wilhelmstrasse Nr. 75 W. . .	21,7	6,7	1,42		2,32	25
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	21,3	6,3	1,42		2,18	31
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO. . . .	20,8	5,9	1,56		1,98	35
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW. . .	21,7	6,7	1,42		1,80	23
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C. . .	21,5	5,13	2,13		1,85	98
	Untersuchung vom 1. Februar 1892.						
1	Spreewasser unfiltrirt	20,7	5,9	2,13	0,05	2,50	2500
2	Spreewasser filtrirt	21,6	5,9	2,06		2,05	530
3	Tegeler Wasser unfiltrirt . . .	20,8	5,9	1,49		1,93	1620
4	Tegeler Wasser filtrirt . . .	21,8	7,2	1,77		1,90	48
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	21,5	6,3	1,77		1,90	147
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	22,0	6,84	1,56		2,16	115
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W. . . .	22,8	6,7	1,42		1,68	157
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	22,1	7,2	1,56		1,60	60
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO. . . .	22,0	6,3	1,42		1,65	140
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW. . .	21,8	6,3	1,42		1,25	57
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C. . .	22,5	5,9	1,9		1,41	1500
	Untersuchung vom 15. Februar 1892.						
1	Spreewasser unfiltrirt	19,7	5,3	2,13	0,05	2,81	17 500
2	Spreewasser filtrirt	20,7	5,0	1,77		2,33	290
3	Tegeler Wasser unfiltrirt . . .	22,8	8,0	1,77		2,15	384
4	Tegeler Wasser filtrirt	21,4	4,0	1,56		1,71	23
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	20,8	7,3	1,77		1,86	108
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	21,7	6,6	1,56		2,07	90
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W. . . .	22,5	7,3	1,49		2,10	21
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	21,6	6,6	1,56		1,83	30
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO. . . .	19,8	5,0	1,99		1,92	115
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW. . .	22,4	8,0	1,49		1,60	21
10	Weinmeisterstr. Nr. 16 C. . .	22,0	5,44	1,99		1,71	23

Nummer	Entnahmestelle	Rück-stand	Calciumoxyd	Chlor	Ammoniak	Oxydirbarkeit durch $K\,MnO_4$	Anzahl der entwickelungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
	Untersuchung vom 1. März 1892.						
1	Spreewasser unfiltrirt	15,8	4,1	1,99	0,05	2,70	6700
2	Spreewasser filtrirt	17,2	5,2	2,13		2,13	680
3	Tegeler Wasser unfiltrirt . . .	23,5	6,8	1,99		2,24	470
4	Tegeler Wasser filtrirt	22,5	6,4	2,13		1,88	18
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	21,5	6,8	2,13		1,72	25
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	33,5	6,4	1,77		1,50	145
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W. . . .	23,3	7,0	1,77		1,96	40
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	22,1	6,8	2,13		1,88	17
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO. . . .	16,2	4,1	1,49		2,08	480
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW. . .	22,2	6,4	1,77		1,75	120
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C. . .	17,8	4,0	2,13		2,13	74
	Untersuchung vom 15. März 1892.						
1	Spreewasser unfiltrirt	16,7	3,0	1,56	0,05	2,18	22 000
2	Spreewasser filtrirt	17,0	4,0	1,63		1,79	67
3	Tegeler Wasser unfiltrirt . . .	23,7	6,8	1,63		2,13	54
4	Tegeler Wasser filtrirt	21,3	6,8	1,63		2,0	44
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	21,8	6,4	1,49		2,18	393
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	22,5	5,6	1,77		2,13	170
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W. . . .	23,7	5,3	1,56		2,3	120
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	21,7	6,0	1,63		2,1	100
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO. . . .	17,2	5,3	1,63		2,05	150
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW. . .	22,7	6,8	2,13		1,06	47
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C. . .	20,5	5,6	2,13		1,55	120
	Untersuchung vom 1. April 1892.						
1	Spreewasser unfiltrirt	21,53	5,21	1,88	0,02	3,11	10 000
2	Spreewasser filtrirt	20,66	4,83	1,83	0,01	2,75	144
3	Tegeler Wasser unfiltrirt . . .	20,23	6,25	1,77		2,52	348
4	Tegeler Wasser filtrirt . . .	21,06	6,10	1,70		1,89	39
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	20,33	6,27	1,63		1,75	53
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	19,16	6,27	1,66		1,42	84
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W. . . .	20,16	6,29	1,59		1,29	33
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	20,13	6,41	1,56		1,38	42
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO. . . .	20,50	5,45	1,51		2,19	35
9	Friedrichstr. Nr. 126 N. . . .	19,70	5,83	1,58		1,61	222
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C. . .	18,31	5,05	1,73		1,54	64

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand	Calciumoxyd	Chlor	Ammoniak	Oxydirbarkeit durch $KMnO_4$	Anzahl der entwickelungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
	Untersuchung vom 16. April 1892.						
1	Spreewasser unfiltrirt	20,33	5,43	2,13	0,02	2,13	3480
2	Spreewasser filtrirt	18,26	4,38	2,13	Spur	2,14	161
3	Tegeler Wasser unfiltrirt . . .	18,13	6,10	1,77		1,62	72
4	Tegeler Wasser filtrirt . . .	18,93	5,86	1,59		1,52	20
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	20,23	5,43	1,75		1,20	15
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	20,13	6,93	1,59		1,77	9
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W. . . .	19,63	6,10	1,59		1,38	29
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	18,91	5,72	1,77		1,63	26
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO. . . .	18,56	6,22	1,90		1,86	222
9	Friedrichstr. Nr. 126 N. . . .	19,71	5,92	1,50		1,28	22
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C. . .	18,76	5,86	1,90		1,32	37
	Untersuchung vom 2. Mai 1892.						
1	Spreewasser unfiltrirt	19,25	5,31	2,10	0,02	2,18	2900
2	Spreewasser filtrirt	18,16	5,54	2,10	0,01	1,83	206
3	Tegeler Wasser unfiltrirt . . .	19,00	4,95	1,77		1,79	120
4	Tegeler Wasser filtrirt	19,21	4,70	1,84		1,51	20
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	19,76	6,31	1,62		1,49	65
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	19,20	6,36	1,68		1,43	174
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W. . . .	18,50	5,48	1,59		1,53	70
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	18,87	6,19	1,64		1,35	50
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO. . . .	19,79	5,16	1,89	Spur	1,49	170
9	Friedrichstr. Nr. 126 N. . . .	18,18	6,28	1,77		1,51	44
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C. . .	19,06	6,33	1,68		1,77	207
	Untersuchung vom 16. Mai 1892.						
1	Spreewasser unfiltrirt	20,33	4,90	2,48	0,02	1,68	14400
2	Spreewasser filtrirt	18,53	4,86	2,13	0,01	1,68	108
3	Tegeler Wasser unfiltrirt*) . .	—	—	—	—	—	—
4	Tegeler Wasser filtrirt*) . . .	—	—	—	—	—	—
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	19,53	7,07	1,42		1,08	78
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	19,23	6,82	1,42		1,43	93
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W. . . .	18,80	6,70	1,77		1,37	40
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	19,00	5,16	1,95		1,54	52
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO. . . .	18,30	5,94	1,56		1,69	348
9	Friedrichstr. Nr. 126 N. . . .	18,46	6,89	1,77		1,46	24
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C. . .	19,33	6,82	1,89		1,77	285

* Wasserproben zur Untersuchung nicht eingeliefert.

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand	Calciumoxyd	Chlor	Ammoniak	Oxydirbarkeit durch $KMnO_4$	Anzahl der entwickelungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
	Untersuchung vom 1. Juni 1892.						
1	Spreewasser unfiltrirt	20,75	5,84	1,77	0,02	2,34	12000
2	Spreewasser filtrirt	20,50	5,92	1,77	0,01	2,14	150
3	Tegeler Wasser unfiltrirt . . .	18,25	6,39	1,54		1,78	240
4	Tegeler Wasser filtrirt	18,25	6,23	1,56		1,69	48
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	19,45	5,45	1,42		1,83	60
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	19,21	5,21	1,59		1,83	62
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W. . . .	18,98	5,48	1,68		1,55	90
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	19,31	6,28	1,59		1,52	66
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO. . . .	19,46	5,69	1,68	Spur	1,74	472
9	Friedrichstr. Nr. 126 N. . . .	18,98	6,31	1,94		1,67	136
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C. . .	19,17	5,96	1,58		1,49	176
	Untersuchung vom 15. Juni 1892.						
1	Spreewasser unfiltrirt	21,16	4,76	2,13	0,01	2,18	24000
2	Spreewasser filtrirt	20,00	4,37	1,95		1,85	44
3	Tegeler Wasser unfiltrirt . . .	19,10	6,36	1,77		1,76	228
4	Tegeler Wasser filtrirt	19,25	5,89	1,59		1,50	252
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	18,51	5,34	1,68		1,79	140
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	18,30	5,72	1,59		1,58	380
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W. . . .	19,26	5,43	1,59		1,69	150
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	18,19	5,83	1,68		1,53	48
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO. . . .	19,22	4,52	1,95		1,53	760
9	Friedrichstr. Nr. 126 N. . . .	19,79	4,93	1,68		1,42	60
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C. . .	20,12	6,11	1,86		1,49	364
	Untersuchung vom 1. Juli 1892.						
1	Spreewasser unfiltrirt	22,33	5,21	2,30	0,03	3,85	4800
2	Spreewasser filtrirt	21,23	5,21	2,13	0,01	1,94	27
3	Tegeler Wasser unfiltrirt . . .	20,30	5,86	1,65		1,45	28
4	Tegeler Wasser filtrirt . . .	20,13	5,82	1,64		1,35	12
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	19,87	5,26	1,77		1,08	30
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	19,65	4,65	1,94		1,22	161
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W. . . .	20,22	4,37	1,67		1,34	14
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	20,14	5,82	1,94		1,36	26
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO. . . .	20,42	6,02	2,12		1,58	85
9	Friedrichstr. Nr. 126 N. . . .	19,31	4,89	2,12		1,65	25
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C. . .	20,13	5,26	1,77		1,51	95

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand	Calciumoxyd	Chlor	Ammoniak	Oxydirbarkeit durch $KMnO_4$	Anzahl der entwickelungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
	Untersuchung vom 15. Juli 1892.						
1	Spreewasser unfiltrirt	21,83	5,45	2,48	0,04	2,51	19400
2	Spreewasser filtrirt	20,50	5,84	2,30	0,01	1,54	48
3	Tegeler Wasser unfiltrirt . . .	20,19	5,75	1,94		1,58	22
4	Tegeler Wasser filtrirt	20,03	5,63	1,59		1,43	24
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	20,15	6,28	1,77		1,61	84
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	19,81	5,98	1,94		1,13	1,48
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W. . . .	19,45	5,63	1,68		1,58	63
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	20,17	4,61	1,68		1,68	37
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO. . . .	19,33	5,45	1,59	0,01	1,35	95
9	Friedrichstr. Nr. 126 N. . . .	20,06	5,63	2,12		1,61	75
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C. . .	19,48	5,90	1,59		1,54	43
	Untersuchung vom 1. August 1892.						
1	Spreewasser unfiltrirt	22,10	5,54	2,45	0,01	2,28	11500
2	Spreewasser filtrirt	19,90	5,39	2,31		2,14	190
3	Tegeler Wasser unfiltrirt . . .	19,45	6,22	1,82		1,92	1800
4	Tegeler Wasser filtrirt	17,53	6,25	1,82		1,95	80
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	18,75	5,83	1,68		1,68	100
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	18,34	5,45	1,86		1,73	180
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W. . . .	17,55	6,31	1,86		1,73	96
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	19,25	6,25	1,77		1,87	72
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO. . . .	17,45	6,34	1,86		1,75	108
9	Friedrichstr. Nr. 126 N. . . .	18,35	5,74	1,77		1,65	136
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C. . .	17,55	5,87	1,82		1,89	108
	Untersuchung vom 15. August 1892.						
1	Spreewasser unfiltrirt	21,16	5,96	2,83	0,03	3,16	10000
2	Spreewasser filtrirt	19,96	5,93	2,47	0,01	2,34	720
3	Tegeler Wasser unfiltrirt . . .	19,30	6,11	1,77		1,63	530
4	Tegeler Wasser filtrirt	19,03	6,11	1,47		1,19	124
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	18,16	5,79	1,77		1,26	240
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	17,60	5,73	1,59	0,01	1,54	104
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W. . . .	19,46	5,89	1,77		1,63	216
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	18,10	6,25	1,59		2,13	160
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO. . . .	19,60	6,32	1,69		1,57	140
9	Friedrichstr. Nr. 126 N. . . .	19,80	5,82	1,77		1,19	124
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C . .	20,86	6,35	1,59		1,63	136

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand	Calciumoxyd	Chlor	Ammoniak	Oxydirbarkeit durch $KMnO_4$	Anzahl der entwickelungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
	Untersuchung vom 1. September 1892.						
1	Spreewasser unfiltrirt	21,83	5,82	1,68	0,02	2,34	18500
2	Spreewasser filtrirt	19,73	5,94	1,68	0,01	1,85	130
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	19,18	5,89	1,57		1,49	248
4	Tegeler Wasser filtrirt	18,20	5,98	1,59		1,47	65
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	19,10	6,05	1,68		1,52	115
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	19,10	6,07	1,77		1,49	47
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W.	18,76	5,85	1,68		1,72	120
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	18,86	5,82	1,69		1,66	78
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO.	19,13	5,85	1,73		1,58	56
9	Friedrichstr. Nr. 126 N.	18,36	5,94	1,85		1,47	92
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C.	19,26	5,85	1,65		1,55	71
	Untersuchung vom 15. September 1892.						
1	Spreewasser unfiltrirt	23,50	6,25	2,30	0,01	2,58	52000
2	Spreewasser filtrirt	22,13	6,08	2,01	0,01	1,57	488
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	19,60	5,92	1,72		1,42	420
4	Tegeler Wasser filtrirt	19,13	5,96	1,72		1,39	72
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	20,16	5,75	1,53		1,52	128
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	19,63	5,93	1,58		1,39	208
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W.	19,10	5,87	1,69		1,55	112
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	18,73	5,94	1,53		1,52	96
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO.	18,70	5,85	1,53		1,67	332
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW.	20,11	6,02	1,72		1,39	108
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C.	20,23	5,95	1,62		1,45	266
	Untersuchung vom 1. October 1892.						
1	Spreewasser unfiltrirt	22,12	5,42	2,01	0,02	2,14	29400
2	Spreewasser filtrirt	20,34	5,36	1,86		1,84	48
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	18,92	6,23	1,54		1,39	136
4	Tegeler Wasser filtrirt	18,80	6,48	1,59		1,44	—
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	19,10	5,36	1,80		1,62	64
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	18,94	5,18	1,86		1,50	72
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W.	—	—	—		—	—
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	19,23	5,85	1,38		1,55	28
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO.	18,76	6,02	1,52		1,67	144
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW.	18,24	4,94	1,62		1,28	44
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C.	19,36	5,23	1,28		1,45	148

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand	Calciumoxyd	Chlor	Ammoniak	Oxydirbarkeit durch $KMnO_4$	Anzahl der entwickelungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
	Untersuchung vom 15. October 1892.						
1	Spreewasser unfiltrirt	22,48	5,66	2,02	0,04	2,60	19800
2	Spreewasser filtrirt	20,64	5,34	1,86	0,01	1,88	124
3	Tegeler Wasser unfiltrirt . . .	19,31	6,24	1,46		1,42	200
4	Tegeler Wasser filtrirt	18,42	6,18	1,52		1,46	164
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	19,30	5,60	1,82		1,48	20
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	19,05	5,44	1,74		1,27	80
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W. . . .	18,92	5,23	1,62		1,56	28
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	19,23	5,83	1,38		1,04	28
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO. . . .	19,45	5,24	1,44	Spur	1,27	56
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW. . .	18,50	4,93	1,28		1,64	40
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C. . .	19,22	5,24	1,52		1,84	100
	Untersuchung vom 1. November 1892.						
1	Spreewasser unfiltrirt	21,45	4,89	2,14	0,02	2,18	52000
2	Spreewasser filtrirt	20,36	4,76	1,84		1,59	8320
3	Tegeler Wasser unfiltrirt . . .	19,54	5,29	1,76		1,33	468
4	Tegeler Wasser filtrirt . . .	19,25	5,61	1,49		1,02	56
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	18,64	5,23	1,37		0,98	168
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	19,23	4,14	1,59		1,23	520
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W. . . .	19,45	4,76	1,59		1,45	36
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	18,56	5,64	1,68		1,20	64
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO. . . .	18,66	5,13	1,44		1,49	424
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW. . .	19,54	4,26	1,36		1,42	20
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C. . .	20,11	4,14	1,68		1,69	4200
	Untersuchung vom 15. November 1892.						
1	Spreewasser unfiltrirt	22,10	4,81	2,36	0,03	2,08	14800
2	Spreewasser filtrirt	20,45	4,29	1,84	0,01	1,26	1848
3	Tegeler Wasser unfiltrirt . . .	19,36	5,39	1,36		1,40	128
4	Tegeler Wasser filtrirt . . .	19,15	5,46	1,48		1,24	36
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	18,48	5,23	1,22		1,36	52
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	19,12	4,91	1,60		1,42	64
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W. . . .	19,36	4,36	1,45		1,24	24
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	18,49	5,30	1.34		1,13	72
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO. . . .	19,23	5,28	1,68		1,40	1800
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW. . .	19,45	5,02	1,23		1,22	60
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C. .	19,36	4,81	1,44		1,22	1650

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand	Calciumoxyd	Chlor	Ammoniak	Oxydirbarkeit durch $KMnO_4$	Anzahl der entwickelungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
	Untersuchung vom 1. December 1892.						
1	Spreewasser unfiltrirt	21,08	5,36	2,16	0,03	2,01	14000
2	Spreewasser filtrirt	19,23	5,24	2,08		1,45	740
3	Tegeler Wasser unfiltrirt . . .	18,48	5,88	1,43		1,49	240
4	Tegeler Wasser filtrirt . . .	18,23	5,43	1,56		1,23	44
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	19,10	5,14	1,22		1,26	100
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	20,02	5,06	1,45		1,45	112
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W. . . .	18,39	4,89	1,68		1,23	78
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	19,34	4,68	1,11		1,25	40
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO. . . .	19,22	5,23	1,24		1,44	1120
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW. . .	18,89	5,18	1,68		1,61	46
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C. . .	19,24	6,04	1,68		1,42	—
	Untersuchung vom 15. December 1892.						
1	Spreewasser unfiltrirt	21,36	5,41	3,34	0,02	1,94	22600
2	Spreewasser filtrirt	20,45	5,32	1,98	0,01	1,39	640
3	Tegeler Wasser unfiltrirt . .	19,67	6,15	1,71		1,45	530
4	Tegeler Wasser filtrirt . . .	20,13	6,03	1,68		1,21	168
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	19,36	5,84	1,95		1,24	204
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	19,25	5,67	1,71		1,35	88
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W. . . .	20,10	5,36	1,84		1,21	122
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	19,36	6,21	1,87		1,44	194
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO. . . .	19,49	5,38	1,95		1,35	208
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW. . .	18,76	5,25	1,71		1,40	94
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C. . .	18,43	5,76	1,68		1,01	63
	Untersuchung vom 2. Januar 1893.						
1	Spreewasser unfiltrirt*) . . .						
2	Spreewasser filtrirt*)						
3	Tegeler Wasser unfiltrirt . . .	19,25	6,05	1,87		1,20	200
4	Tegeler Wasser filtrirt . . .	19,16	6,33	1,87		0,09	66
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	20,15	5,43	1,93		1,33	40
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	20,33	5,67	1,28		1,24	42
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W. . . .	19,44	5,45	1,87		1,45	58
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	20,10	6,12	1,22		1,25	72
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO. . . .	19,22	5,43	1,28		1,33	100
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW. . .	19,08	5,61	1,34		1,26	68
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C. . .	18,95	5,38	1,39		1,45	1100

*) Nicht eingeliefert.

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand	Calciumoxyd	Chlor	Ammoniak	Oxydirbarkeit durch $KMnO_4$	Anzahl der entwickelungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
	Untersuchung vom 16. Januar 1893.						
1	Spreewasser unfiltrirt	22,35	4,38	2,11	0,04	3,67	29300
2	Spreewasser filtrirt	20,14	4,86	1,82	0,02	1,97	2900
3	Tegeler Wasser unfiltrirt . . .	19,30	6,02	1,10		2,11	104
4	Tegeler Wasser filtrirt	19,42	6,37	1,23		1,91	44
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	19,87	5,80	1,42		1,42	42
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	19,81	5,96	1,42		1,36	38
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W. . . .	18,76	4,83	1,38		1,42	58
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	19,31	4,29	1,47		1,24	44
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO. . . .	19,44	4,61	1,56	0,01	1,64	1100
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW. . .	18,79	4,67	1,62		1,33	42
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C. . .	19,28	5,21	1,70		1,50	3100
	Untersuchung vom 1. Februar 1893.						
1	Spreewasser unfiltrirt	22,00	4,36	2,09	0,02	3,91	7200
2	Spreewasser filtrirt	20,34	4,38	1,86	0,01	2,80	960
3	Tegeler Wasser unfiltrirt . . .	19,45	5,93	1,32		1,14	600
4	Tegeler Wasser filtrirt	19,34	5,46	1,32		0,92	80
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	19,46	5,29	1,44		1,42	272
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	20,13	5,29	1,28		1,23	184
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W. . . .	19,30	4,91	1,24		1,45	480
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	19,66	5,68	1,86		1,36	660
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO. . . .	19,38	5,46	1,86	Spur	1,42	8100
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW. . .	18,92	4,32	1,42		1,05	444
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C. . .	20,22	4,71	1,32		1,45	6000
	Untersuchung vom 15. Februar 1893.						
1	Spreewasser unfiltrirt	25,30	4,39	5,32	0,2	2,42	250000
2	Spreewasser filtrirt	22,63	4,52	4,67	0,1	2,11	16800
3	Tegeler Wasser unfiltrirt . . .	21,53	5,67	2,16		1,29	1860
4	Tegeler Wasser filtrirt	21,05	5,81	2,01		1,18	32
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	20,16	5,23	2,34		1,34	30
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	20,21	5,33	2,34		1,27	230
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W. . . .	21,10	4,12	3,12		1,34	60
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	20,23	5,87	2,34		0,92	32
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO. . . .	20,81	4,32	2,16		1,37	9600
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW. . .	20,31	5,13	1,49		1,20	40
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C. . .	21,56	4,81	2,16		1,27	11800

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand	Calciumoxyd	Chlor	Ammoniak	Oxydirbarkeit durch $KMnO_4$	Anzahl der entwickelungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
	Untersuchung vom 1. März 1893.						
1	Spreewasser unfiltrirt	21,09	4,56	3,16	0,1	2,10	19200
2	Spreewasser filtrirt	21,05	4,58	2,14		1,91	250
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	20,36	5,36	2,10		1,42	780
4	Tegeler Wasser filtrirt	20,00	5,20	2,10		1,14	30
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	18,09	4,91	3,00		1,15	26
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	19,02	4,12	2,28		1,50	38
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W.	20,01	5,16	2,20		1,36	26
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	20,02	5,12	1,90		1,51	42
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO.	19,42	4,19	1,94		1,04	35
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW.	18,82	5,60	1,86		1,32	58
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C.	19,36	4,23	1,68		1,14	140
	Untersuchung vom 15. März 1893.						
1	Spreewasser unfiltrirt	22,06	4,90	2,16	0,10	2,34	45 000
2	Spreewasser filtrirt	19,13	4,51	2,16	0,05	1,84	1500
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	22,10	5,60	2,18		2,04	1470
4	Tegeler Wasser filtrirt	20,40	5,38	2,10		1,96	56
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	19,60	5,67	2,16		1,96	240
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	20,34	5,34	2,10		1,84	70
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W.	19,50	5,12	2,30		1,80	38
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	20,12	4,87	2,16		1,84	58
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO.	19,30	5,60	2,16		1,62	740
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW.	19,30	5,67	2,10		1,84	64
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C.	20,24	5,38	2,16		1,62	580
	Untersuchung vom 1. April 1893.						
1	Spreewasser unfiltrirt	21,34	4,26	2,10	0,1	1,45	35 000
2	Spreewasser filtrirt	20,96	4,54	2,12	Spur	1,02	4500
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	19,45	6,21	1,84		1,36	230
4	Tegeler Wasser filtrirt	19,06	6,04	1,84		1,28	110
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	19,22	6,05	1,68		1,32	320
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	19,00	5,84	1,68		1,34	129
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W.	19,46	4,24	1,48		1,24	530
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	19,84	5,26	1,64		1,24	800
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO.	20,05	4,36	1,84		1,12	1400
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW.	20,36	5,10	1,84		1,10	370
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C.	20,22	4,28	1,68		1,14	2500

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand	Calciumoxyd	Chlor	Ammoniak	Oxydirbarkeit durch $KMnO_4$	Anzahl der entwickelungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
	Untersuchung vom 15. April 1893.						
1	Spreewasser unfiltrirt	21,24	4,90	2,18	0,1	2,44	19 800
2	Spreewasser filtrirt	20,40	4,24	2,12	0,05	1,86	250
3	Tegeler Wasser unfiltrirt . . .	19,36	5,78	2,10		1,48	1100
4	Tegeler Wasser filtrirt. . . .	19,04	5,78	1,84		1,44	32
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	20,30	4,76	1,80		1,44	42
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	19,48	4,62	1,84		1,06	24
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W. . . .	20,22	4,38	2,10		1,08	36
7	Kochstr. Nr. 16 SW.	21,44	4,32	1,80		1,28	48
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO. . . .	20,00	5,64	1,80		1,28	192
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW. . .	19,44	5,03	2,14		1,36	48
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C. . .	19,52	4,36	2,10		1,64	128
	Untersuchung vom 1. Mai 1893.						
1	Spreewasser unfiltrirt	21,3	6,34	2,47	Spuren	2,68	3000
2	Spreewasser filtrirt	20,66	4,57	2,47		2,72	80
3	Tegeler Wasser unfiltrirt . . .	17,21	4,66	3,55		2,04	23
4	Tegeler Wasser filtrirt . . .	17,2	4,66	3,55		2,32	12
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	19,5	5,71	1,77		1,8	1400
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	19,54	5,71	1,77		2,06	20
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W. . . .	19,56	4,57	1,77		2,25	34
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	19,94	4,66	2,13		2,25	34
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO. . . .	20,8	5,01	2,13		2,51	70
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW. . .	18,7	5,71	1,77		2,80	22
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C. . .	20,44	4,66	2,12		1,13	30
	Untersuchung vom 15. Mai 1893.						
1	Spreewasser unfiltrirt	21,3	4,0	2,47	Spuren	3,38	22 000
2	Spreewasser filtrirt	17,2	4,42	2,13		2,77	470
3	Tegeler Wasser unfiltrirt . . .	21,25	4,83	1,77		2,77	2760
4	Tegeler Wasser filtrirt. . . .	21,2	4,83	1,77		2,22	20
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	18,48	5,7	1,77		2,26	80
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	19,8	5,7	1,77		2,26	200
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W. . . .	19,08	5,13	1,77		2,22	72
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	19,8	5,7	1,77		2,19	120
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO. . . .	21,8	5,43	2,47		2,72	550
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW. . .	18,6	5,7	1,77		2,72	104
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C. . .	20,83	5,43	1,77		2,19	100

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand	Calciumoxyd	Chlor	Ammoniak	Oxydirbarkeit durch $KMnO_4$	Anzahl der entwickelungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
	Untersuchung vom 1. Juni 1893.						
1	Spreewasser unfiltrirt	21,03	4,3	2,84	Spuren	3,16	17 000
2	Spreewasser filtrirt	20,66	5,0	2,47		2,07	100
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	17,05	6,0	1,77		2,35	340
4	Tegeler Wasser filtrirt	17,02	6,3	1,77		1,83	58
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	20,01	5,43	1,85		1,86	88
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	19,09	5,7	1,85		1,86	54
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W.	19,56	6,0	2,14		2,03	36
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	18,07	5,7	1,77		1,89	42
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO.	21,02	5,0	2,47		2,03	230
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW.	16,06	5,7	2,30		1,89	46
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C.	21,08	5,7	2,47		1,83	44
	Untersuchung vom 15. Juni 1893.						
1	Spreewasser unfiltrirt	21,03	5,13	2,47	Spuren	2,46	9900
2	Spreewasser filtrirt	21,02	4,3	2,84		2,00	184
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	16,01	4,43	1,77		2,53	300
4	Tegeler Wasser filtrirt	19,60	5,3	1,77		1,79	32
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	18,02	5,43	1,77		1,79	32
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	18,86	5,5	1,42	Spuren	1,32	34
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W.	19,04	5,3	2,18		1,68	32
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	18,04	5,57	1,85		1,76	32
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO.	21,04	4,43	2,47	Spuren	1,86	132
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW.	18,08	5,3	2,18		1,32	32
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C.	21,05	5,57	2,47		1,76	160
	Untersuchung vom 1. Juli 1893.						
1	Spreewasser unfiltrirt	21,06	4,29	3,195	Spuren	3,39	19000
2	Spreewasser filtrirt	19,04	4,99	3,159		2,04	330
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	20,03	4,29	2,13		2,23	390
4	Tegeler Wasser filtrirt	18,63	5,11	1,775		1,46	124
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	17,04	3,88	1,775		1,73	100
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	17,67	4,18	1,775	Spuren	2,04	180
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W.	18,08	3,88	2,13		2,04	108
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	18,05	4,59	1,775		1,69	92
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO.	22,00	4,43	3,195		1,61	480
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW.	17,01	4,02	2,13		1,77	176
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C.	21,06	4,02	2,84		2,00	200

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand	Calciumoxyd	Chlor	Ammoniak	Oxydirbarkeit durch $KMnO_4$	Anzahl der entwickelungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
	Untersuchung vom 15. Juli 1893.						
1	Spreewasser unfiltrirt	27,04	5,54	3,55	0,04	2,64	2200
2	Spreewasser filtrirt	22,03	7,76	3,195		2,28	600
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	24,05	4,78	1,775		2,44	460
4	Tegeler Wasser filtrirt	21,06	5,95	1,775		1,70	24
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	18,01	4,99	2,13		1,69	86
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	17,08	5,13	1,952		1,63	124
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W.	18,67	4,85	1,952		1,82	92
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	18,23	4,99	1,775		1,76	140
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO.	23,03	5,68	1,775		2,09	310
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW.	19,07	5,13	1,775		1,69	104
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C.	23,04	5,13	1,775		1,40	112
	Untersuchung vom 1. August 1893.						
1	Spreewasser unfiltrirt	25,08	7,31	4,26	0,45	2,70	7200
2	Spreewasser filtrirt	26,05	7,76	4,61		1,96	140
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	20,07	6,15	1,77		2,41	1800
4	Tegeler Wasser filtrirt	18,08	7,03	1,42		1,47	60
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	20,05	5,71	2,48		1,73	24
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	20,02	6,44	1,77		1,63	28
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W.	20,00	5,71	1,77		1,53	36
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	18,06	5,86	1,77		1,47	40
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO.	22,42	6,00	3,90		2,12	84
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW.	17,79	5,13	1,77		1,53	116
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C.	21,02	4,91	2,13		1,47	62
	Untersuchung vom 15. August 1893.						
1	Spreewasser unfiltrirt	26,05	4,43	4,61	0,45	2,96	9800
2	Spreewasser filtrirt	19,06	5,54	4,26		2,44	1430
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	20,05	5,74	1,42		2,61	4600
4	Tegeler Wasser filtrirt	18,03	4,12	1,42		1,47	128
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	19,08	4,29	2,13		1,39	880
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	18,00	3,75	2,13		1,47	288
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W.	19,13	4,43	1,775		1,37	180
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	19,00	4,12	2,13		1,37	188
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO	26,00	4,99	3,90		1,69	432
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW	15,58	4,12	1,95		1,34	240
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C.	20,08	4,12	2,48		1,40	500

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand	Calciumoxyd	Chlor	Ammoniak	Oxydirbarkeit durch $KMnO_4$	Anzahl der entwickelungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
	Untersuchung vom 1. September 1893.						
1	Spreewasser unfiltrirt	21,26	5,00	4,61	0,45	2,83	17820
2	Spreewasser filtrirt	21,40	4,99	4,26		1,84	213
3	Tegeler Wasser unfiltrirt . . .	20,37	4,02	1,77		2,17	2367
4	Tegeler Wasser filtrirt	19,18	4,81	1,77		1,50	505
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	20,39	4,44	1,77		1,68	516
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	20,84	4,57	1,95		1,53	354
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W. . . .	19,74	4,57	1,95		1,44	110
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	20,23	4,71	2,13		1,50	76
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO. . . .	18,94	4,99	2,13		1,655	164
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW. . .	20,09	4,44	4,26		1,655	88
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C. . .	20,54	4,71	1,77		1,46	55
	Untersuchung vom 15. September 1893.						
1	Spreewasser unfiltrirt	27,06	5,31	3,90	0,36	3,04	31920
2	Spreewasser filtrirt	24,48	6,20	3,90		1,62	640
3	Tegeler Wasser unfiltrirt . .	19,05	4,56	2,13		2,14	960
4	Tegeler Wasser filtrirt . . .	21,13	5,40	1,77		1,99	40
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	17,06	4,66	2,13		1,57	280
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	19,03	4,81	1,95		1,35	300
6	Wilhelmstr. Nr 75 W. . . .	17,73	4,69	1,77		1,44	140
7	Kochstr. Nr 65 SW.	18,23	4,85	1,77		1,50	120
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO. . . .	23,00	5,42	3,90		1,65	40
9	Friedrichstr Nr. 126 NW. . .	17,00	4,57	1,77		1,35	80
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C. . .	19,05	4,58	1,77		1,32	0
	Untersuchung vom 2. October 1893.						
1	Spreewasser unfiltrirt	26,33	4,71	4,26	0,45	2,59	12000
2	Spreewasser filtrirt	26,05	5,06	4,26		1,78	260
3	Tegeler Wasser unfiltrirt . .	19,93	4,34	1,77		2,11	460
4	Tegeler Wasser filtrirt . . .	18,13	4,47	1,77		1,32	44
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	18,04	4,23	1,97		1,44	200
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	20,03	3,54	1,77		1,41	180
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W. . . .	20,57	4,71	1,77		1,29	62
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	19,00	3,54	1,92		1,23	64
8	Schmidtstr. Nr. 16 SC. . . .	25,83	4,12	3,90		1,595	128
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW . .	18,57	3,88	1,92		1,23	unpünktl. geliefert
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C . .	19,63	3,53	2,13		1,20	134

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand	Calciumoxyd	Chlor	Ammoniak	Oxydirbarkeit durch K Mn O4	Anzahl der entwickelungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
	Untersuchung vom 16. October 1893.						
1	Spreewasser unfiltrirt	23,83	4,94	2,52	Spuren	2,61	2600
2	Spreewasser filtrirt	22,83	4,59	3,94		1,699	148
3	Tegeler Wasser unfiltrirt . . .	19,06	4,24	1,78		2,16	470
4	Tegeler Wasser filtrirt . . .	17,07	5,65	1,85		1,41	56
5	Charlottenb. Hochbeh., Saugek.	19,93	4,24	1,81		1,47	116
5a	Charlottenb. Hochbeh., Reservoir	19,33	4,59	1,81		1,125	288
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W. . . .	19,98	4,64	1,77		1,35	36
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	18,57	3,17	1,95		1,35	52
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO. . . .	22,23	3,88	3,58		1,75	248
9	Friedrichstr. Nr. 126 N. . . .	18,08	5,29	1,77		1,319	36
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C. . .	19,46	6,36	1,95		1,319	54
11	Müggelsee unfiltrirt.	23,05	4,64	3,73		2,18	324
12	Müggelsee filtrirt.	22,93	4,64	3,90		1,76	224
	Untersuchung vom 1. November 1893.						
1	Spreewasser unfiltrirt	25,00	4,64	3,93	0,45	1,82	39000
2	Spreewasser filtrirt	24,66	6,63	3,93		1,10	1320
3	Tegeler Wasser unfiltrirt . .	19,53	3,15	2,13		1,01	80
4	Tegeler Wasser filtrirt . . .	25,02	7,13	1,95		1,01	14
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	18,93	6,14	1,77		1,37	188
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	19,33	6,63	1,95		1,46	284
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W. . . .	18,83	7,13	1,95		1,15	18
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	19,13	8,63	2,13		1,10	46
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO. . . .	21,16	10,11	3,55		1,37	42
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW. . .	19,63	5,14	1,77		1,04	48
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C. . .	18,83	3,15	1,95		0,96	46
	Untersuchung vom 15. November 1893.						
1	Müggelsee unfiltrirt	19,83	6,14	2,48		1,41	880
2	Müggelsee filtrirt	19,16	5,64	2,48		2,28	26
3	Tegeler Wasser unfiltrirt . . .	20,67	8,15	2,13		1,64	320
4	Tegeler Wasser filtrirt . . .	20,50	6,14	1,95		1,11	14
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	22,02	7,13	1,77		1,09	60
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	20,09	7,63	1,95		1,11	54
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W. . . .	17,08	4,64	1,95		1,16	24
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	21,13	6,63	3,19		1,11	36
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO. . . .	17,47	6,63	3,19		1,22	22
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW. . .	21,01	8,63	2,13		1,09	18
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C. . .	18,73	5,64	2,13		1,11	34

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand	Calciumoxyd	Chlor	Ammoniak	Oxydirbarkeit durch $KMnO_4$	Anzahl der entwickelungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
	Untersuchung vom 1. December 1893.						
1	Müggelsee unfiltrirt	18,50	4,13	2,48		1,89	1650
2	Müggelsee filtrirt	17,92	5,76	2,48		0,84	268
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	18,50	8,25	2,12		1,94	1130
4	Tegeler Wasser filtrirt	18,72	9,08	1,77		1,70	144
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	18,52	7,43	1,77		1,73	268
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	18,50	8,25	1,77		1,76	260
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W.	19,25	7,43	1,77		1,57	108
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	19,33	8,25	1,77		1,59	90
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO.	19,53	6,60	2,83		1,84	152
9	Friedrichstr. Nr. 126 N.	19,57	6,60	1,77		1,84	228
10	Weinmeisterstrasse Nr. 15 C.	19,67	4,13	2,48		1,73	460
	Untersuchung vom 15. December 1893.						
1	Müggelsee unfiltrirt	18,95	4,13	2,12		1,36	3040
2	Müggelsee filtrirt	18,83	4,95	2,48		1,23	104
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	20,17	3,30	1,77		1,82	340
4	Tegeler Wasser filtrirt	19,42	5,78	1,77		1,19	52
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	21,08	4,95	2,12		0,99	80
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	19,17	6,60	1,77		1,01	100
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W.	19,22	9,08	1,77		0,97	46
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	21,25	8,25	2,12		0,97	64
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO.	18,83	6,60	2,12		0,55	88
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW.	18,63	4,13	2,48		0,97	264
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C.	17,25	4,95	2,12		1,21	116
	Untersuchung vom 2. Januar 1894.						
1	Müggelsee unfiltrirt	19,67	6,05	1,75		1,95	5280
2	Müggelsee filtrirt	13,97	5,23	1,75		1,88	20
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	20,58	5,23	1,52		1,93	390
4	Tegeler Wasser filtrirt	18,33	5,23	1,50		1,55	52
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	18,58	5,23	1,50		1,58	68
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	18,18	5,23	1,60		1,60	80
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W.	18,00	6,05	1,50		1,53	52
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	18,83	5,23	1,55		1,48	64
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO.	18,53	2,75	1,59		1,90	76
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW.	15,57	5,23	1,46		1,93	96
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C.	19,20	2,35	1,50		1,55	8

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand	Calciumoxyd	Chlor	Ammoniak	Oxydirbarkeit durch $KMnO_4$	Anzahl der entwickelungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
	Untersuchung vom 15. Januar 1894.						
1	Müggelsee unfiltrirt	20,87	7,70	1,95		2,64	448
2	Müggelsee filtrirt	20,72	6,05	1,93		2,42	60
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	20,83	5,23	1,82		2,42	70
4	Tegeler Wasser filtrirt	18,70	6,88	1,80		2,11	24
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	19,75	4,40	1,77		1,99	38
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	19,57	7,70	1,73		2,14	80
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W.	20,47	6,87	1,78		2,14	32
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	20,95	6,05	1,22		1,75	24
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO.	25,40	3,58	2,00		2,40	32
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW.	20,57	6,05	1,30		1,87	40
10	Weinmeisterstr. Nr. 15. C.	21,55	5,23	2,00		2,93	56
	Untersuchung vom 1. Februar 1894.						
1	Müggelsee unfiltrirt	18,68	6,88	2,00		2,37	2240
2	Müggelsee filtrirt	19,37	5,23	1,80		2,34	256
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	20,02	6,05	1,70		2,35	290
4	Tegeler Wasser filtrirt	19,67	6,05	1,70		2,21	28
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	19,30	6,05	1,78		2,17	56
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	20,70	4,93	1,52		2,29	200
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W.	19,37	6,88	1,55		2,16	26
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	19,58	7,70	1,45		2,37	44
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO.	20,55	5,23	1,70		2,37	30
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW.	19,43	5,23	1,70		2,36	28
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C.	20,28	4,40	1,52		2,42	34
	Untersuchung vom 15. Februar 1894.						
1	Müggelsee unfiltrirt	19,30	6,19	1,70		2,39	2570
2	Müggelsee filtrirt	18,33	3,71	1,70		1,92	144
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	19,50	4,13	1,71		1,92	1500
4	Tegeler Wasser filtrirt	18,88	2,48	1,69		1,90	52
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	18,62	2,89	1,68		1,79	180
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	19,35	5,36	1,72		1,85	204
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W.	19,93	4,95	1,67		1,91	60
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	19,28	4,95	1,76		1,56	160
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO.	18,33	2,06	1,90		1,87	184
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW.	18,62	5,78	1,82		1,82	188
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C.	18,58	2,89	1,94		1,90	160

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand	Calciumoxyd	Chlor	Ammoniak	Oxydirbarkeit durch $KMnO_4$	Anzahl der entwickelungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser
	Untersuchung vom 1. März 1894.						
1	Müggelsee unfiltrirt	18,73	4,40	2,00	Geringe Spuren	2,30	2600
2	Müggelsee filtrirt	18,75	4,40	1,90		2,16	240
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	21,30	3,58	1,75		2,05	440
4	Tegeler Wasser filtrirt	20,78	3,58	1,65		1,90	40
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	20,28	4,40	1,70		1,92	164
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	19,67	3,58	1,60		1,92	80
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W.	20,18	5,23	1,70		1,90	48
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	19,58	4,81	1,65		1,82	96
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO.	18,87	3,16	1,85		1,96	104
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW.	18,73	3,58	1,88		1,87	72
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C.	17,58	1,93	1,82	Geringe Spuren	1,89	52
	Untersuchung vom 15. März 1894.						
1	Müggelsee unfiltrirt	17,00	2,34	2,00	Spuren	2,37	790
2	Müggelsee filtrirt	16,88	2,34	1,90	Gering. Spuren	2,31	38
3	Tegeler Wasser unfiltrirt	19,58	4,40	1,76		2,16	1230
4	Tegeler Wasser filtrirt	19,47	7,29	1,74		1,95	22
5	Charlottenburger Hochbehälter, Saugekammer	19,42	3,23	1,65		1,85	136
5a	Charlottenburger Hochbehälter, Reservoir	18,95	5,64	1,65		1,95	116
6	Wilhelmstr. Nr. 75 W.	20,42	4,40	1,93		1,96	28
7	Kochstr. Nr. 65 SW.	20,70	6,46	1,75	Spuren	2,07	44
8	Schmidtstr. Nr. 16 SO.	18,25	3,58	1,82		1,98	38
9	Friedrichstr. Nr. 126 NW.	15,87	3,99	1,70		2,17	38
10	Weinmeisterstr. Nr. 15 C.	19,25	2,75	1,75		2,08	32

Anhang.

Ueber die Untersuchung des Stralauer Rohwassers auf Cholera- und Typhusbacterien.

Von

Dr. Carl Günther.

Angesichts der der Stadt Berlin im Herbst 1892 drohenden Choleragefahr ertheilte mir mein Chef, Herr Professor Dr. Rubner, am 1. September 1892 den Auftrag, das Stralauer Rohwasser täglich auf das etwaige Vorhandensein von Cholerabacterien zu untersuchen. Die Untersuchungen wurden vom 2. September bis 12. November 1892 täglich einmal vorgenommen; sie wurden weiterhin auf Wunsch des Magistrats von Berlin in der Weise fortgesetzt, dass vom 12. November 1892 bis zum 28. September 1893 wöchentlich eine Untersuchung, vom 28. September bis 6. November 1893 wöchentlich 2 Untersuchungen stattfanden. Am 6. November erreichten diese Untersuchungen ihr Ende, da in jenen Tagen das Stralauer Wasserwerk geschlossen wurde. Die letzten Untersuchungen — vom 28. September bis 6. November 1893 — wurden auf den Wunsch des Magistrats von Berlin auch auf das etwaige Vorhandensein von Typhusbacillen ausgedehnt.

Die Methode der Untersuchung auf Cholerabacterien war die, dass etwa 1/20 ccm des zu untersuchenden — am Ort der Entnahme in sterilen Glaskölbchen aufgefangenen — Wassers in einem sterilen Glasschälchen mit ca. 10 ccm geschmolzener, 30 bis 40° C. warmer Nährgelatine innig vermischt, und dass das Gemisch nach dem Erstarren der weiteren Entwickelung bei

Zimmertemperatur (ca. 21° C.) überlassen wurde. Vom Juni 1893 an wurde neben dieser Gelatineplatte stets auch eine Vorcultur in Peptonlösung in der Weise angelegt, dass zu 100 ccm des zu untersuchenden Wassers eine sterilisirte starke Pepton-Kochsalzlösung in solcher Menge zugegeben wurde, dass das Gemisch 1% Pepton und 1% Kochsalz enthielt. Das deutlich alkalisch reagirende Gemisch[1]) wurde in den Brütschrank von 37° C. gestellt, und nach 20 Stunden wurde von der oberflächlichen Schicht der Culturflüssigkeit eine kleine Quantität mit der Platinöse entnommen, und es wurden hiervon Gelatineplatten angelegt. Die primären Gelatineplatten sowohl wie die secundär von der Vorcultur angelegten wurden dann weiterhin auf choleraverdächtig aussehende Colonien geprüft. Solche Colonien wurden abgestochen und mikroskopisch, bei starker Vergrösserung, auf die Form der Mikroorganismen hin untersucht.

In keinem Falle ist es bei Anwendung der geschilderten Untersuchungsmethoden gelungen, Cholerabacterien nachzuweisen. Es wurde aber bei Gelegenheit dieser Untersuchungen von mir ein neuer, nicht pathogener Wasservibrio gefunden, welchen ich als »Vibrio aquatilis« bezeichnet, und über den ich seiner Zeit ausführlich berichtet habe[2]). Der genannte Vibrio, welcher in älteren Gelatineplattencolonien eine gewisse Aehnlichkeit mit (erheblich jüngeren) Choleracolonien anzunehmen vermag, der sich im Uebrigen schon durch die Form junger Colonien mit Leichtigkeit und Sicherheit von dem Choleravibrio unterscheidet, hat sich in den seit seinem Auffinden im Laboratorium fortgezüchteten Culturen bezüglich seiner Eigenschaften im allgemeinen nicht verändert. Nur hat er allmählich die Fähigkeit angenommen, in Bouillon bei 37° C. gut zu wachsen, während er anfänglich auf flüssigen Nährböden überhaupt sehr schlecht, bei 37° aber auf solchen Nährböden gar nicht gedieh.

Es sei mir gestattet, an dieser Stelle auch der von M. Neisser in unserem Laboratorium gemachten Entdeckung des »Vibrio

1) Ich benutzte das Pepton von Witte in Rostock.

2) Deutsche Ges. f. öffentl. Gesundheitspflege, Sitzung vom 28. Nov. 1892. — Deutsche med. Wochenschr. 1892, Nr. 49, S. 1124.

Berolinensis« zu gedenken. Neisser fand den genannten Vibrio nicht im Stralauer Rohwasser; er fand ihn im Wasser der Laboratoriumsleitung, und zwar mit Hilfe der Pepton-Vorcultur in einer Wasserprobe, die er vorher mit Cholerabacterien in geringer Menge versetzt hatte[1]). Der Vibrio Berolinensis, ein durch positiven Ausfall der Nitrosoindolreaction und durch eine hohe Pathogenität für Meerschweinchen[2]) ausgezeichneter, in diesen Beziehungen also dem Choleravibrio sehr ähnlicher Mikroorganismus, ist im übrigen von dem Choleravibrio mit Leichtigkeit und Sicherheit durch die von Cholera ganz und gar differente, gar nicht damit zu verwechselnde Form der Gelatineplattencolonie zu unterscheiden. Diese von Cholera so differente Form der Plattencolonie hat ihren Grund in dem ganz ausserordentlich geringen Verflüssigungsvermögen des Vibrio Berolinensis. Der Vibrio Berolinensis hat seine Eigenschaften während der seit seiner Auffindung im Laboratorium geschehenen Weiterzüchtung durchaus bewahrt. Ebenso hat die Cholerasorte, mit der Neisser damals allein experimentirt hat, ihre Eigenschaften seither in keiner Weise geändert. Aus diesen Thatsachen im Zusammenhang mit der weiteren Thatsache, dass wiederholte in unserem Laboratorium angestellte Versuche, aus mit jener Cholerasorte versetztem Leitungswasser durch die Pepton-Vorcultur den Vibrio Berolinensis wiederzugewinnen, gescheitert sind und stets nur den eingeimpften Choleravibrio wieder zu Tage gefördert haben, ziehe ich den Schluss, dass der Vibrio Berolinensis ein spezifischer, mit dem Koch'schen Vibrio in keiner nachweisbaren Beziehung stehender, sehr selten im Wasser anzutreffender Mikroorganismus ist. Die Ansicht, welche jüngst Dunbar[3]) ausgesprochen hat, nämlich dass es nicht ausgeschlossen sei, »dass der Vibrio Berolinensis ein echter Choleravibrio ist«, kann ich also nicht theilen. Ich würde mich sofort zu dieser Ansicht bekehren, ja, ich würde den Vibrio Berolinensis sofort für einen echten Choleravibrio erklären, wenn eine klinisch als Choleraepidemie

1) Archiv f. Hygiene, Bd. XIX, 1893, S. 199.
2) Carl Günther, Archiv f. Hygiene, Bd. XIX, 1893, S. 214.
3) Arbeiten aus dem Kais. Gesundheitsamte, Bd. IX, 1894, S. 383.

imponirende Epidemie beobachtet würde, bei der die Kranken im Stuhle den Vibrio Berolinensis hätten statt des Koch'schen Vibrio. Immerhin hätten wir dann nur einen neuen »echten Choleravibrio«, einen Choleravibrio, welcher mit dem »Koch'schen Vibrio« nichts zu thun haben würde.

Noch einige Worte über die oben erwähnten Untersuchungen des Stralauer Rohwassers auf Typhusbacillen. Dieselben wurden in der Weise angestellt, dass eine kleine Quantität des Wassers in geschmolzener Gelatine vertheilt, und dass das Gemisch in Schälchen ausgegossen wurde. Die entwickelten Platten wurden auf typhusähnliche Colonien untersucht. Derartige Colonien wurden abgeimpft, und das Material wurde stets sofort in Gärungskölbchen übertragen, die mit Traubenzuckerbouillon gefüllt waren. Die Kölbchen wurden bei 37 °C. gehalten. In keinem einzigen Falle kam es zur Vermehrung der eingeimpften Bacterien. Es geht hieraus hervor, dass es sich in keinem der Untersuchungsfälle um den Typhusbacillus, aber auch nicht um das Bacterium coli gehandelt hat. Es wurden aber auf diese Weise drei verschiedene, häufiger im Wasser anzutreffende, Mikroorganismenarten aufgefunden, welche auf der Gelatineplatte typhusähnlich wachsen, und mit deren genauerem Studium sich in unserem Laboratorium auf meine Anregung hin Herr Dr. del Rio beschäftigt hat. Eine Publication der Untersuchungen des Herrn Dr. del Rio wird demnächst in diesem Archiv erfolgen.

Ueber die Veränderung einiger Lebenseigenschaften des Bacterium coli commune durch äussere Einflüsse.

Von

Arnold Villinger,
approb. Arzt.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität zu Berlin.)

Die nachstehend berichteten Untersuchungen, welche ich auf Anregung des Herrn Prof. Dr. Rubner unternahm, sollten im wesentlichen eine Nachprüfung sein von Dr. E. Malvoz »Recherches bactériologiques sur la fièvre typhoide« (Bruxelles 1892) soweit die letztgenannte Arbeit die künstliche Beeinflussung von Bacterium coli commune betrifft.

Die thatsächlich zwischen Typhusbacillus und Bacterium coli commune bestehenden Aehnlichkeiten haben bis jetzt schon eine grosse Zahl experimenteller Arbeiten veranlasst[1]): einmal (und zwar ursprünglich allein), um sichere Merkmale der Unterscheidung beider zu finden; dann aber, um womöglich beide zu identificiren oder auf künstliche Weise zu nähern. Letztere Bestrebung wieder rief eine starke Gegenströmung wach.

Zwischen direct sich widersprechenden Resultaten stehen zahlreiche vermittelnde Ergebnisse: Während einige Arbeiten, besonders der Lyoner Schule[2]), Bacterium coli commune und

1) Eine übersichtliche Zusammenstellung der bis zum Jahre 1893 erschienenen Arbeiten bietet: Das Bacterium coli commune. Zusammenfassendes Referat von Dr. Fritz Kiessling, Hygienische Rundschau, Bd. III, Nr. 16 und 17.

2) Arloing, A. Rodet, A. Rodet und G. Roux, Rodet und Vallet, citirt bei Kiessling.

Typhusbacillus zu identificiren geneigt sind, leugnen andere, vor allem Chantemesse und Widal[1]), Th. Smith[2]), jede Möglichkeit der Annäherung beider Bacterien; andere glauben, dass Bacterium coli commune durch gewisse Einflüsse typhusähnliche Erscheinungen und Wirkungen annimmt, ohne dass es zum Typhusbacillus wird: so E. Malvoz[3]) in seiner Arbeit »Le bacterium coli commune comme agent habituel des péritonites d'origine intestinale«; ferner Vivaldi[4]); wieder andere stellen von Bacterium coli selbst mehrere Arten auf, so dass zwischen Typhusbacillus und dem extremsten Bacterium coli mehr oder weniger Zwischenglieder stehen: so haben in letzter Zeit Germano und Maurea[5]) nicht weniger als 30 Arten aufgestellt; als einzig sicheres Merkmal der Unserscheidung von Bacterium coli und Typhusbacillus betrachten sie Stichkulturen in 2 % Traubenzucker-Agar, in dem ersteres Gas bildet, der zweite nicht.

Frühere Angaben stammen von V. Babes[6]), A. Pasquale[7]), E. Burci[8]), Silvestrini[9]).

Endlich versucht man in neuerer Zeit durch Vergleichung der Stoffwechselproducte die Streitfrage zu lösen: Cesaris-Demel und Orlandi[10]) kamen zu dem Ergebnisse, dass die Producte beider Bacterienarten in Bezug auf Immunisirung und Serumtherapie als biologisch gleichwerthig zu betrachten sind.

1) Chantemesse et Widal, citirt bei Kiessling.

2) Th. Smith, Zur Unterscheidung zwischen Typhus- u. Colon-Bacillen, Ctrlbl. f. Bacter., 1892. XI. 367.

3) E. Malvoz, Le bacterium coli commune comme agent habituel des péritonites d'origine intestinale. Refer. Ctrlbl. f. Bacter., 1893, XIII, Nr. 4.

4) Vivaldi, Dei Rapporti del bacillo del tifo col bacterium coli commune. Refer. Ctrlbl. f. Bacter. XIV, Nr. 19.

5) Germano und Maurea, Vergleichende Untersuchungen über den Typhusbacillus und ähnliche Bacterien. Ziegler's Beiträge z. path. Anat. u. allg. Pathol. XII, Heft 3.

6) V. Babes, Über Variabilität und Varietäten des Typhusbacillus. Ztschr. f. Hygiene, 1890, IX, 322.

7) A. Pasquale, 8) E. Burci, 9) Silvestrini } citirt bei Kiessling.

10) Cesaris-Demel u. Orlandi. Sulla equivalenza biologica dei prodotti del »Bacterium coli« et del »Bacterium typhi«, Archivio per le Sc. med. XVII, Nr. III. Refer. Ctrlbl. f. Bacter., 1894, Nr. 213.

Malvoz hält es mit denen, die Bacterium coli in Typhusbacillus überzuführen oder doch ihm zu nähern für möglich halten. Die Veränderung erfolgte

1. durch mehrwöchentliche Einwirkung von Carbol auf Bacterium coli in Kalbsbouillon bei einer Temperatur von 42° C. Diese Methode war besonders erfolgreich;

2. schon allein durch das Alter (wobei wohl die Austrocknung eine besondere Rolle spielt),

3. durch Wärme: Erhitzung auf 65° (während 15 Minuten) und 80° (1 Minute),

4. und 5. durch Passiren des gesunden und des fiebernden thierischen Organismus: hier erfolgten keine resp. nur unbedeutende Veränderungen.

Die Prüfung der Veränderung geschah durch Züchtung in Milch, 2 % Milchzuckerbouillon, Malzzucker-Gelatine, auf Kartoffeln, in Bouillon (mit welcher die Indolreaction angestellt wurde); ferner auch auf gewöhnlicher Gelatine und Agar. — Auffallend ist, dass der mikroskopische Befund, der doch heute noch eine nicht geringe Bedeutung hat, völlig vernachlässigt wurde; dass Geisselfärbungen auch mit unbeeinflusstem Bacterium coli und Typhusbacillus nicht gelangen und infolgedessen beim beeinflussten Bacterium coli nicht versucht wurden. Das Weiteste, das er an Aenderungen constatiren konnte, war, dass er ein Bacterium erhielt, das kein Indol mehr bildete, keine Milch zur Gerinnung brachte, also auch keinen Zucker vergor, das kaum sichtbare Culturen auf der Kartoffel machte, auf Gelatine und Agar die bekannten Colonien bildete: ein solches Bacterium coli, schloss Malvoz, ist jetzt Typhusbacillus oder ihm doch sehr ähnlich geworden. — Allmählich entwickelte sich aus dieser Form wieder ein gewöhnliches Bacterium coli, doch hält Malvoz es für möglich, dass die neugewonnenen Eigenschaften auch beständig bleiben. Bei geringerer Beeinflussung vermochte das Bacterium coli keine Milch zur Gerinnung zu bringen, oder kein Indol zu bilden, oder auf der Kartoffel nur typhusähnlich zu wachsen.

Zur Nachprüfung dieser Arbeit diente ein Bacterium coli, gewonnen aus menschlichen Fäces, das auf Gelatineplatte-Ober-

fläche dünne, im durchscheinenden Lichte blauweisse, am Rande meist gezackte, besonders an der Peripherie zart granulirte, etwas irisirende, im ganzen regelmässig gestaltete Colonien bildete, auf der Gelatine-Strich-Cultur längliche, nicht die ganze Oberfläche bedeckende, am Rande gekerbte, meist doppelt bis dreifach contourirte, reinweisse, gut durchscheinende Beläge bildete; auf Agar ganz ähnliches Wachsthum zeigte; Bouillon gleichmässig trübte, in der schon nach 24 Stunden, bei 37° cultivirt, Indol nachzuweisen war; Milch, bei 37°, nach 2 bis 4 Tagen zur Gerinnung brachte; auf leicht sauren Kartoffeln einen dicken, feuchten, bräunlichen Belag bildete; in 2% Traubenzucker-Agar nach 24 Stunden, bei 37°, deutliche Gasbildung erkennen liess. Es waren Stäbchen von wechselnder Länge, doch meist kurz und plump; in frischen Culturen waren sie lebhaft, bewegten sich vorwärts, öfters dabei sich drehend und überschlagend; sie hatten 1 bis 2, selten auch bis 4 und mehr Geisseln. Die Geisselfärbung gelang um so besser, je lebhafter die Bacterien im hängenden Tropfen sich zeigten. (Auf Rath des Herrn Dr. Günther wurden kaum 24stündige, bei Zimmertemperatur gewachsene Agarculturen verwandt.)

Da alle bei den folgenden Versuchen verwandten Bacterium-coli-Culturen von einer einzigen Gelatine-Oberflächen-Colonie beschriebener Art stammten, ist der Einwurf, dass etwa mit verschiedenen Sorten von Bacterium coli operirt wurde[1]), hinfällig.

Versuch I.

Beeinflussung des Bacterium coli durch Phenol.

In sterile, gemessene Kalbsbouillon kamen für je 10 ccm drei Tropfen 5% Carbollösung; sie wurde in gewöhnliche Proberöhrchen eingefüllt und wieder dreimal jeden Tag ½—¾ Stunde im Dampftopf sterilisirt (genau wie Malvoz die Versuche angestellt hatte).

Diese Phenol-Bouillon wurde mit Bacterium coli geimpft: zwei Röhrchen, die in den Brütschrank zu 42° gestellt wurden = A_1.

Zur Prüfung des Einflusses der Temperatur wurden zwei weitere solche Röhrchen in den Brütschrank zu 37° gestellt = B_1.

1) Germano und Maurea, Vergleichende Untersuchungen über den Typhusbacillus und ähnliche Bacterien. Ziegler's Beiträge z. path. Anat. u. allg. Pathol. XII, Heft 3.

Zur Controle wurden von gewöhnlicher Bacterium coli-Bouillon zwei Röhrchen zu 42° = C_1, zwei Röhrchen zu 37° = D_1 cultivirt.

Nach einer Woche wurden von A_1 zwei neue Carbol-Bouillonröhrchen geimpft = A_2 und auf 42° gestellt. Ebenso von B_1 = B_2, von C_1 = C_2, von D_1 = D_2.

Wieder nach einer Woche wurde von A_2 neue Carbol-Bouillon geimpft und bei 42° cultivirt = A_3. Ebenso von B_2 = B_3, von C_2 = C_3, von D_2 = D_3.

Ende der dritten Woche wurde von A_3 neue Carbol-Bouillon geimpft und bei 42° cultivirt = A_4. Von B_3 = B_4, von C_3 = C_4, von D_3 = D_4.

Etwa fünf Wochen nach Beginn des Versuches wurden *alle* Culturen aus ihren Brütschränken heraus genommen (und dann weiterhin in den Brütschrank zu 37° gestellt).

Schon bei *makroskopischer* Betrachtung der Culturen zeigten sich Unterschiede: in jeder Abtheilung waren die *jüngsten* Culturen am meisten getrübt (A_4, B_4, C_4, D_4), (schon deswegen, weil noch keine vollständige Senkung der organisirten Masse eingetreten war). Unter den vier genannten Culturen wies D_4 die intensivste Trübung auf; dann folgten C_4 und B_4 (zwischen beiden bestand kein deutlicher Unterschied); zuletzt folgte A_4 mit einer sehr schwachen Trübung.

Weit mehr Gewicht indess ist auf das *mikroskopische* Verhalten zu legen: im hängenden Tropfen fanden sich, nach Umschüttelung, in D_4 sehr zahlreiche, meist in Ketten bis zu 4—5 Gliedern zusammenhängend, sehr wenig sich bewegende Kurzstäbchen. — D_1 bot im ganzen ein ähnliches Bild; doch war die Menge geringer; die Bewegung noch etwas reducirter.

C_4 enthielt *sehr viele* Ketten; die einzelnen Individuen waren etwas schlanker und kürzer als bei D; oft war die Gliederung undeutlich; auch *kleinste* Einzelindividuen; Bewegung sehr spärlich.

In C_1: *sehr lange* Ketten; auch kleinere Ketten; die Individuen vielleicht noch schlanker und kürzer; Bewegung sehr gering.

B und A enthielten *weit weniger* Organismen: die *Stäbchenform* war *kaum noch angedeutet*; in B_4 waren *auffallend lange* Ketten; in A_4 dagegen meist Einzelindividuen oder zwei zusammen; sie waren bewegungslos oder zeigten ein leichtes Zittern.

Von A_4, B_4, C_4, D_4 wurden angelegt: Gelatinestrich-, Agar, Milch-, Bouillon-, Traubenzuckeragar- und Kartoffel-Cultnren.

Von D_4, B_4, A_1, A_2, A_4 wurden auch Gelatineplatten gegossen.

Während D_4 und C_4 typische Beläge auf Agar bildeten (mit etwas verzögertem Wachsthum), entwickelten sich von B_4 und A_4 längs des Striches nur kleinste, weisse, rundliche Colonien, die deutlich von einander isolirt waren. Sehr langsam wurden die Colonien grösser, stiessen zusammen, so dass nach etwa 14 Tagen, bei 37°, ein sehr zarter, durchscheinender Belag von geringer Breite zu sehen war, von der Form einer gewöhnlichen Bacterium coli-Agarstrich-Cultur

Auf Kartoffeln bildeten D_4 und C_4 bräunliche, feuchte, reichliche Beläge; B_4 und besonders A_4 *sehr zarte, weisse*, schwer sichtbare, sehr langsam wachsende Cnlturen. — Auch A_2, A_3, A_1 wnchsen in ähnlicher Weise auf Kartoffeln.

Die Milch gerann in allen Fällen; auch in zeitlicher Beziehung war kein besonderer Unterschied; gewöhnlich war innerhalb 6—8 Tagen, bei 37°, völlige Gerinnung eingetreten. — Noch einige Male wurde Milch geimpft mit demselben Resultat.

D_4 und C_4 trübten Bouillon rasch (schon nach einem Tag sehr deutlich); B_4 und besonders A_4 dagegen sehr wenig; auch nach mehreren Tagen, bei 37°. — Schon nach 24 Stunden war bei den Bouillonculturen von D_4 und C_4 eine schwache Indolreaction bemerkbar; von B_4 und A_4 nach 4—8 Tagen auch nicht eine Andeutung.

Traubenzuckeragar wies in allen Fällen nach 2—4 Tagen, bei 37°, Gasbildung auf.

Auf der Platte sah man von D_4 am zweiten Tage (auf erster und zweiter Verdünnung) als Oberflächen-Colonien kleine, spiegelnde (und zwar waren es umgekehrte Bilder, z. B. des Fensterkreuzes), helle, bläschenförmige Gebilde, die als deutlich erhabene Stellen schon makroskopisch sichtbar waren, wenn man in der Ebene der Platte über die Gelatinefläche sah. — Am dritten Tage zeigten viele dieser Colonien am Rande eine zarte, flächenhafte Ausbreitung; am vierten Tage waren schon viele typische Bacterium coli-Oberflächen-Colonien, indess mit der bläschenförmigen Erhebung im Centrum.

Die Platten von B_4 und C_4 zeigten ein auffallend langsames Wachsthum: nach 4—6 Tagen waren die Colonien als feine Punkte sichtbar; durch das Mikroskop betrachtet hatten die oberflächlichen eine bläschenförmige Form mit Spiegelung (umgekehrte Bilder); sah man in der Plattenebene über die Gelatine, so konnte man zarte, feinste Köpfchen erkennen. — Auch nach acht Tagen und länger hatte sich das Bild nur wenig geändert. — Mittlerweile waren viele oberflächliche Verunreinigungen gewachsen, die Gelatine auch so trocken geworden, dass auf weitere Beobachtung verzichtet wurde.

Von den beschriebenen Colonien wurden Präparate im hängende Tropfen gemacht: es fanden sich kleinste Kurzstäbchen, sehr oft in Ketten zu 3—5 und mehr Gliedern verbunden, mit minimaler, zitternder Bewegung. — D_4 dagegen lieferte Kurzstäbchen von der Grösse von Bacterium coli mit ziemlich lebhafter Eigenbewegung; nach zwei Umzüchtungen auf Agar wurden beweglichere Formen erhalten, mit positiver Geisselfärbung.

Auch B_4 und A_4 wurden auf frische Nährböden übergetragen, von Tag zu Tag; nach 3—4 Tagen war eine geringe Wachsthumsbeschleunigung zu merken, die indess von da an nicht mehr zunahm. — Im hängenden Tropfen sah man stets die erwähnten kleinsten Kurzstäbchen, meist in Ketten zusammenhängend, mit minimaler Bewegung; Geisselfärbung gelang nie. — Auch nach 14 Tagen gaben die Bouillonculturen keine Andeutung von Indolreaction, auch wenn die Culturen vier Tage alt und älter waren.

Versuch II.

Beeinflussung des Bacterium coli durch Wärme.

Von Malvoz wurde die Erhitzung in umständlicher Weise ausgeführt: es wurden kleine, an zwei gegenüber liegenden Stellen zu Capillaren

ausgezogene hohle Glaskügelchen verwandt; steril gemacht; mit Bouillon (die Bacterium coli enthielt) vollgesogen; die Enden zugeschmolzen. Diese Röhrchen wurden dann in ein Wasserbad von bestimmter Temperatur gebracht. — Da das umständliche Verfahren doch nicht sicher vor Verunreinigung schützte, wurde die Erhitzung in einfacher Weise gemacht: gewöhnliche Proberöhrchen wurden mit sehr geringen Mengen von Bouillon gefüllt (etwa $^1/_2$—1 ccm) und sterilisirt, dann wurden sie mit Bacterium coli geimpft, im Brütschrank, bei 37°, einen Tag stehen gelassen und dann unter beständigem Bewegen in einem Wasserbade erhitzt, und zwar:

A auf 60° 15 Min.
B auf 65° a) 10 Min., b) 15 Min., c) 18 Min., d) 20 Min.
C auf 70° 15 Min.
D auf 80° 1 Min.

Nach rascher Abkühlung im Strahl der Wasserleitung wurden Ueberimpfungen ausgeführt: auf Gelatine (Strichkultur), Agar, Bouillon, Milch, 2% Traubenzuckeragar (stets wurden zwei und mehr Culturen von jedem Nährboden angelegt).

Von Bacterium coli 15 Min 65° wurden Gelatineplatten gegossen.

Es gingen alle Culturen an, mit Ausnahme von Bc, C und D.

Nach einem Tage wurden die Bouillonculturen auf Indol geprüft, alle mit negativem Erfolg; eine Controlbouillon gab die Indolreaction in deutlicher Weise. — Vor der Verwendung der Bouillonculturen wurden von ihnen Ueberimpfungen auf frische Bouillon gemacht; gleichzeitig von den Bouillonculturen, die erhitzt worden waren.

Wieder nach 24 Stunden gaben diese Culturen alle Indolreaction, wenn auch nicht besonders stark; ein deutlicher, überall zu constatirender Unterschied war zwischen den Bouillonculturen, die direct von den erhitzten abstammten, und jenen, welche bereits einmal eine frische Bouillon passirt hatten: in letzteren war die Indolreaction stärker.

Jetzt gaben aber auch die 48stündigen Bouillonculturen, die unmittelbar nach der Erhitzung angelegt worden waren, deutliche Indolreaction. — Die Indolreaction war, fast ausnahmslos, um so schwächer, je stärker der Eingriff der betreffenden Cultur gewesen.

Betrachtung der Culturen im hängenden Tropfen ergab ein ähnliches Resultat:

A sehr beweglich,
Ba und Bb wenig beweglich,
Bd fast unbeweglich.

In C liessen sich, trotzdem die Bouillon makroskopisch klar erschien, doch sehr spärliche, kleinste, ganz unbewegliche Bacterien im hängenden Tropfen nachweisen; ebenso in Bc.

Die Milch wurde von A, Ba, b, d in derselben Zeit zur Gerinnung gebracht wie von unbeeinflusstem Bacterium coli; ja, wie es schien, sogar etwas rascher; doch ist es schwierig, feinere Gradunterschiede der Gerinnung zu beurtheilen. — Bei Bc, C und D fand keine Gerinnung statt.

Traubenzucker-Agar-Culturen von A, Ba, b, d zeigten keinen Unterschied von den Culturen eines gewöhnlichen Bacterium coli.

Auf Agar wuchsen A, Ba, b, d entschieden langsamer als gewöhnliches Bacterium coli; aber es entwickelten sich typische Beläge. — Von Bc, C und D wuchs nichts auf Agar.

Auf Gelatine-Strichcultur wuchsen A, Ba, b, d sehr langsam; aber nach einer Woche sah man doch bereits eine typische Gelatine-Cultur von Bacterium coli. Bc, C und D wuchsen nicht.

Auf der Gelatineplatte von Bb entwickelten sich langsam typische Bacterium coli-Colonien.

Geisselfärbungen gelangen nach einigen Ueberimpfungen auf jungen Agar-Culturen.

Versuch III.

Beeinflussung des Bacterium coli in seinen Culturen durch langes Stehen an der Luft.

Herr Dr. Günther hatte die Liebenswürdigkeit mir eine sechs Monate alte Agar-Cultur des Bacterium coli zur Verfügung zu stellen.

Die Cultur hatte also dasselbe Alter wie die von Malvoz verwandte.

Während Malvoz „de grandes modifications dans les allures du coli-bacille“ fand, liessen sich von mir ganz geringe, vorübergehende Veränderungen feststellen:

Milch gerann etwas später (zwei Tage später als nach Impfung mit gewöhnlichem Bacterium coli); die Bewegung war weniger lebhaft; Geisseln liessen sich erst nach einigen Ueberimpfungen sichtbar machen, und auch dann waren sie nur angedeutet.

Auf Kartoffeln, Gelatine, Agar, auf der Gelatineplatte, in Bouillon wuchsen sie in gleicher Weise und ebenso schnell als gewöhnliches Bacterium coli; die Indolreaction war nicht verändert.

Beeinflussung des Bacterium coli durch Passiren des Thierkörpers.

Da Malvoz selbst durch Züchtung von Bacterium coli in gesunden und fiebernden Thieren keine nennenswerthen Resultate erhielt, wurde von vornherein auf Nachprüfung der Angaben verzichtet.

Beurtheilung der Resultate.

Die in Versuch I gewonnenen Culturen verhielten sich so verschieden von gewöhnlichem Bacterium coli, dass die Frage ganz berechtigt ist: hat man es nicht mit einer Verunreinigung zu thun?

Die innere Uebereinstimmung der Einzelresultate spricht schon gegen diese Auffassung. — Der schlagendste Beweis wäre gewesen, wenn Plattenculturen die typischen Bacterium coli-Colonie-Formen ergeben hätten. Aber auch diese waren ver-

ändert; doch nicht so, dass sie unvermittelt auftraten: Bacterium coli D_4 entwickelte sich anfangs genau in der beschriebenen convexen, spiegelnden Form, um dann in die typische Form auszuwachsen. — Auch von einem gewöhnlichen Bacterium coli wurde einmal diese Colonieform erhalten, und zwar auf einer älteren Gelatine. Letztere Thatsache lässt sich vielleicht so erklären, dass die sich vergrössernde Colonie die oberflächlichste, relativ wasserarme Gelatineschicht nicht zu durchwachsen vermochte, sie also vorbuchten musste. Hier fällt noch der Umstand besonders in's Gewicht, dass die Vermehrung in diesem Falle eine sehr langsame war, so dass die Gelatineplatte während des Culturversuches in ihren oberflächlichsten Schichten mehr Gelegenheit hatte einzutrocknen, als es sonst bei Plattenculturen der Fall ist.

Uebrigens wurde diese Colonieform auch schon von Anderen beobachtet: so von A. Fränkel[1]) Colonien mit kuppenförmigem Wachsthum und vollständig runder Form; er sah sie stets zur normalen Form zurückkehren. — Ebenso ist die äusserst reducirte Länge des Bacterium coli (auch im Verhältnis zur Dicke), so dass man öfters im Zweifel war, ob man es im Einzelfall mit einem kleinen Coccus oder mit einem Stäbchen zu thun habe, schon früher gesehen worden: von Escherich selbst[2]); Weisser[3]) fand sie auf Kartoffeln und in alten Gelatine-Strichculturen; Almquist[4]) in einem Nährboden aus Sand und Düngstoffen. — Die Kettenform, die wohl im Zusammenhang steht mit der herabgesetzten resp. aufgehobenen Bewegung der Einzelindividuen, beschreiben schon A. Schmidt[5]) und besonders Dunbar.[6])

---

1) A. Fränkel, Ueber peritoneale Infektion. W. klin. W. 1891, IV.

2) Escherich, Die Darmbacterien des Säuglings und ihre Beziehungen zur Physiologie der Verdauung. Stuttgart 1886.

3) Weisser, Ueber die Emmerich'schen sogen. Neapeler Cholerabacterien, Zeitschr. f. Hyg., 1886, I.

4) Almquist, Zur Biologie der Typhusbacterie und der Escherich'schen Bacterie, Zeitschr. f. Hyg., 1893, XV, Nr. 2.

5) A. Schmidt, Zur Kenntnis der Bacterien der Säuglingsfäces, Wiener klin. Wochenschr., 1892, V, 643.

6) Dunbar, Untersuchungen über den Typhusbacillus und den Bacillus coli communis, Zeitschr. f. Hyg., 1892, XII, 485.

Was den Versuch II betrifft, so sind die von den Autoren berichteten Resultate keineswegs übereinstimmend. Während J. v. Geuns[1]) Bacterium coli bei Erhitzung auf 62—63° C. schon nach einer Minute oder auf 59° nach 5 Minuten absterben sah, fand es Kitasato[2]) nach 5—10 Minuten langer Erhitzung auf 60° noch lebensfähig; nach 15 Minuten meist todt. Chantemesse und Widal[3]) erhitzten Bacterium coli 15—30 Minuten auf 59° und fanden es noch lebensfähig, bei 60—61° dagegen schon nach 5 Minuten todt; Weisser[4]) wieder erst nach 10 Minuten. Rodet und Roux[5]) gar lassen Bacterium coli 13 Minuten lang 80° überstehen.

Schon hier sei bemerkt, dass es auch mir nicht regelmässig gelungen ist, bei 10—15—20 Minuten langer Erhitzung auf 60° oder 65° lebensfähige Individuen zu erhalten.

Es fragt sich nun: wie soll man die Resultate meiner Versuche deuten? Ist Bacterium coli durch die erwähnten Eingriffe typhusähnlicher geworden oder nicht?

Es liess sich nachweisen, dass Bacterium coli einige seiner Lebensäusserungen verlieren oder in ihnen geschädigt werden kann, im Indol-Bildungsvermögen und in der Bewegungsfähigkeit (als directe Folge von letzterem Verlust wird die Anlagerung der Individuen in Kettenform und die eigenartige Gelatineplatten-Colonieform angesehen).

Würde man also nichts wissen von den Beziehungen zwischen Typhusbacillus und Bacterium coli, so würde man sagen, das Bacterium coli ist verkümmert; und diesen Eindruck machen die äusserst langsam wachsenden, bewegungslosen, verkrüppelten

1) J. v. Geuns, Ueber das »Pasteurisiren« von Bacterien, Arch. f. Hyg., 1889, IX.

2) G. Kitasato, Die negative Indolreaction der Typhusbacillen im Gegensatz zu anderen ähnlichen Bacillenarten, Zeitschr. f. Hyg., 1889, VII.

3) Chantemesse und Widal, Differenciation du bacille typhique et du bacterium coli commune. Sem. méd. 1891, XI. Refer. Hyg. Rundschau, II, 382.

4) Weisser, Ueber die Emmerich'schen sogen. Neapeler Cholerabacterien, Zeitschr. f. Hyg., 1886, I.

4) Rodet et Roux, Gazette des hôpitaux, 1891, Nr. 123. Citirt bei Malvoz.

Gestalten des beeinflussten Bacterium coli thatsächlich. Dass Bacterium coli durch gewisse Einflüsse seine Indolbildungsfähigkeit verliert, die der Typhusbacillus nicht besitzt, beweist nicht, dass es ihm ähnlich geworden ist, zumal da es durch dieselben Einflüsse andere Eigenschaften, die es mit Typhusbacillus gemeinsam hat, verliert: die Form, die Art der Bewegung, und andere Eigenschaften, die Typhusbacillus vor ihm voraus hat, nicht gewinnt: die grössere Anzahl von Geisseln.

Erholt sich das beeinflusste Bacterium coli, so wird aus ihm nicht ein Typhusbacillus, wie man erwarten müsste, falls eine Constitutionsänderung stattgefunden hätte, sondern es wird aus ihm ein gewöhnliches Bacterium coli, wie Malvoz bei allen seinen Culturen constatiren musste. — Behält es aber die (negative) Eigenschaft, kein Indol zu bilden, bei, so behält es auch die verkümmerte Form, das verminderte Wachsthum, die reducirte (bis aufgehobene) Bewegungsfähigkeit. Um letzteres zu constatiren, darf man indess nicht, wie es bisher geschah, mehr und weniger geschädigte Individuen neben einander wachsen lassen; denn dann werden bald die letzteren erstere an Zahl überholen, und je öfter man überimpft, um so weniger erhält man von diesen; die Annahme liegt dann nahe, die ganze Cultur hätte sich erholt. Es wurden daher Plattenculturen einige Male nach einander gegossen, und die am langsamsten und kümmerlichsten sich entwickelnden Colonien dienten zur Weiterimpfung: so wurden Reinculturen verkümmerter Bacteria coli erhalten, die sich nicht mehr erholten.

Es sei hier kurz erwähnt, dass Rodet und Roux[1]) durch Züchten von Bacterium coli auf Carbolnährboden Individuen erhielten, welche die Beweglichkeit eines Typhusbacillus hatten. Vielleicht unterliegen aber diese Angaben noch einer Correctur, wie manche andere von ihnen, die in dieses Gebiet hineingehören, auch.

Sowohl die lange Zeit einwirkende Carbollösung als die Erhitzung hatten denselben Erfolg, störend einzuwirken auf die

1) A. Rodet et G. Roux, citirt bei Kiessling.

Fähigkeit der Indolbildung, nicht aber die Milch zur Gerinnung zu bringen (d. h. Zucker zu vergären).

Beide Eigenschaften sind indess wohl nur zwei uns bekannte Glieder neben vielen uns nicht bekannten Lebensäusserungen. — Es ist sicher sehr interessant, dass ein einheitlicher Organismus gewisse Lebensäusserungen verlieren und doch weiter existiren und sich vermehren kann (dies ist wohl zu oft constatirt, als dass es nicht Thatsache wäre); und ebenso interessant ist es, dass dadurch gewöhnlich auch die Wachsthums- und Vermehrungsintensität vermindert wird.

Es wurde versucht, experimentell zu unterscheiden, ob die nach der Erhitzung constatirte Verlangsamung der Indolbildung auf einer gleichmässigen Schädigung aller Individuen beruhte, oder darin, dass ein grosser Theil derselben abgestorben war und nur ein kleiner noch lebensfähig, so dass eine geringere Zahl von Individuen übergeimpft worden wäre. Die Ausführung dieser Prüfung begegnet aber insoferne erheblichen Schwierigkeiten, als die Grenze der Vernichtung der Fähigkeit zur Indolbildung und die Tödtungstemperatur nahe an einander liegen; dann aber weiter die Keimzählung, die man anwenden könnte, wie ich mich überzeugte, nicht einwandsfrei ist: Nur unter ganz bestimmten Voraussetzungen kann man auf diesem Wege positive und beweisende Resultate erhalten, nämlich dann, wenn die Keimzählung wirklich unter den gegebenen Verhältnissen die Individuenzahl festzustellen gestattete. Diese nothwendige Voraussetzung traf aber, wie mich die Experimente lehrten, nicht zu: schon in eintägigen Culturen lagern die Bacterien haufenweise, z. B. als Häutchen, zusammen, so dass leicht ganz verschiedene Mengen übergeimpft werden können: durch Umschütteln (bei der Erhitzung) werden letztere zerrissen; es ist fraglich, ob in der Wärme im selben Grade, oder mehr oder weniger als bei gewöhnlicher Temperatur ....; so dass auf diesem Wege die Frage schwer zu entscheiden sein dürfte. — Indess scheint mir weit wahrscheinlicher, bei der beschriebenen Versuchsanordnung, die möglichst gleichmässige Einwirkung versuchte, und nach der Analogie mit Versuch I, der über diese

Frage ja keinen Zweifel zulässt, dass durch die Erhitzung eine gleichmässige Schädigung aller Individuen eingetreten war.

Ich erkenne gerne an, dass manche Eigenschaften des Typhusbacillus, wie wir ihn isoliren, den Gedanken nahelegen, man habe einen Organismus vor sich, dessen Fähigkeit zu kräftiger saprophytischer Wucherung durch störende Einflüsse eine Einbusse erlitten hat; und dass das Bacterium coli in nicht unwesentlichen Eigenschaften variabel ist. Ein Beweis für die Umwandlung des Bacterium coli in den Typhusbacillus ist aber zur Zeit nicht erbracht.

Es sei mir gestattet, an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. Rubner für die freundliche Unterstützung und Belehrung meinen Dank auszusprechen. Ebenso sage ich Herrn Dr. C. Günther für die Rathschläge, die er mir in bereitwilligster Weise ertheilte, Dank.

Ueber Links-Milchsäure bildende Vibrionen.

Von

Dr. med. B. Gosio
aus Rom.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.)

Seitdem Schardinger[1]) die Linksmilchsäure als Product der Thätigkeit eines in zuckerhaltigen Lösungen cultivirten Bacillus fand, erschienen weitere Arbeiten, welche dieselbe Eigenschaft auch für andere Bacterien feststellten. Blachstein[2]) findet Linksmilchsäure in Zuckerpepton-Culturen des Typhusbacillus; Kupriancw[3]) in Zuckerpepton-Culturen der Vibrionen von Koch, Finkler-Prior, Metschnikoff und Weibel, während nach dem letztgenannten Autor Vibrio Denecke und Vibrio Bonhoff *a* Rechtsmilchsäure, Vibrio aquatilis, Vibrio Berolinensis und Vibrio Bonhoff *b* optisch inactive Milchsäure bilden.

Nach diesen Untersuchungen erschien es von allgemeinem Interesse, noch eine grössere Anzahl der bekannten Vibrionen in dieser Hinsicht zu untersuchen, um zu ermitteln, ob die Eigenschaft, Linksmilchsäure zu bilden, noch weiteren morphologisch zu derselben Gruppe gehörenden Mikroorganismen zukommt, oder nur jenen obengenannten.

---

1) Mitth. f. Chem., Bd. XI, S. 545.

2) Arch. de scienc. biolog., St. Peterbourg. T. I, p. 199.

3) Archiv f. Hygiene, Bd. XIX, S. 282—294.

Der Hauptzweck dieser Untersuchungen soll jedoch darauf hinausgehen, diejenigen Vibrionen, welche von Cholerakranken entnommen wurden, einer genaueren Untersuchung zu unterziehen.

Es ist schon bekannt, dass man bei Gelegenheit der Epidemien der letzten Jahre Vibrionen gefunden hat, welche sich morphologisch untereinander unterscheiden; ferner hat man auch zur Zeit, wo kein Cholerafall vorkam, Keime isolirt, welche denjenigen, die man bei Cholerakranken findet, sowohl in pathogener als auch in mikroskopischer Beziehung ziemlich gleichkommen. Für die Beurtheilung der Identität aller dieser Vibrionen ist es von grosser Bedeutung, sich Klarheit darüber zu verschaffen, ob die Producte ihrer Lebensthätigkeit sich von einander unterscheiden und den Resultaten morphologischer Untersuchungen entsprechen.

Folgende Vibrionen sind von mir untersucht worden:

1. Vibrio Danubicus; von Heider[1]) im Wasser des Donaukanals gefunden; dem Institut im vorigen Sommer zugegangen; für Thiere pathogen.

2. Vibrio Dunbar; von Dunbar[2]) im Elbwasser gefunden; erhalten vom Hamburger hygienischen Institut.

3. Vibrio Wernicke I und 4. Vibrio Wernicke II[3]); gefunden im October 1893 im Elbwasser bei Wittenberge, zur Zeit, wo Cholerafälle in Wittenberge vorkamen, welche auf den Genuss des Elbwassers zurückzuführen waren. — V. Wernicke I: nicht constant pathogen für weisse Mäuse. — V. Wernicke II: hochgradig pathogen für Tauben, Kaninchen, Meerschweinchen, weisse und graue Mäuse.

5. Vibrio Wernicke III[3]); im Havelwasser bei Havelberg im Februar 1894 gefunden, zur Zeit, wo die Choleraepidemie in Deutschland erloschen war. Nicht pathogen.

1) Centralblatt f. Bacteriologie, Bd. XIV, S. 341.

2) Deutsche Med. Wochenschr., 1893, S. 799.

3) Diese Keime wurden von Herrn Stabsarzt Wernicke isolirt und werden von ihm genauer beschrieben werden.

6. Vibrio Koch, welcher aus den Dejectionen eines Cholerafalles in Wittenberge von Stabsarzt Wernicke isolirt wurde. Die Infection liess sich auf Genuss von Elbwasser, in dem die unter 3 und 4 genannten Vibrionen gefunden waren, zurückführen.

7. Vibrio der Massaua-Cholera und 8. Vibrio der Calcutta-Cholera stammen beide aus dem Institut für Infectionskrankheiten und sind im hygienischen Institut mehrfach weiter gezüchtet.

Als Nährflüssigkeit für jeden Keim diente eine zuckerhaltige Peptonlösung, deren Zusammensetzung war: 30 g Pepton, 138—150 g Traubenzucker, 1,60 g Natriumcarbonat, 75 g Calciumcarbonat und 3 Liter destillirtes Wasser.

Um eine Zersetzung des Zuckers durch die Einwirkung des Alkali während der Sterilisation im Dampftopfe zu vermeiden, sterilisirte man die alkalische Peptonlösung und die Zuckerlösung in getrennten Kolben und goss, nach der Abkühlung, beide Flüssigkeiten zusammen.

Ueber die Vorsichtsmaassregeln, welche man, um das Eintreten der Keime aus der Luft während der Mischung zu vermeiden, anwandte, wurde schon von Kuprianow eine genaue Beschreibung gemacht; ich habe mich im Princip derselben Methode bedient; auf einige von mir eingeführte Modificationen werde ich bei anderer Gelegenheit eingehen.

Die Kolben wurden alsdann zwei Tage lang bei Brüttemperatur erhalten; war die Lösung vollständig klar geblieben, so wurde die Impfung vorgenommen.

Ein Wasserbad, dessen Temperatur von 30° bis 38° schwankte, nahm die Culturen auf; sie blieben zwei bis vier Wochen[1]) darin.

Nachdem man sich mittels Plattenverfahrens überzeugt hatte, dass in jedem Kolben die Cultur rein geblieben war, wurden die Untersuchungen begonnen.

Die Flüssigkeit schied man vom kohlensauren Kalk durch Filtration und bestimmte zunächst die Menge des unzersetzten Zuckers.

1) Es wurde von mir bei Culturen des Vibrio der Hamburger Cholera festgestellt, dass sich schon nach Verlauf von 14 Tagen die Hauptmenge der Milchsäure gebildet hatte.

Bei den hierauf folgenden Untersuchungen richtete ich mich im allgemeinen nach Nencki[1]), wich nur insofern ab, als die Destillation des Alkohols vor dem Ansäuern vorgenommen wurde, um eine Verbindung von Alkohol mit organischer Säure zu vermeiden.

Die zurückgebliebene Flüssigkeit wurde mit Oxalsäure im Ueberschuss gefällt, filtrirt und einer mehrstündigen, durch Wasserdampfeinleitung erleichterten Destillation unterzogen, und zwar betrug die Menge der Destillation in jedem einzelnen Fall 1 Liter. So isolirte man die flüchtigen Säuren zum grossen Theil.

Der bis zum dünnen Syrup auf dem Wasserbad eingedampfte Rückstand wurde viermal mit zwei Liter Aether längere Zeit hindurch ausgeschüttelt, und dann der Aether nach Zusatz von etwas Wasser abdestillirt. Man kocht nun die wässerige Lösung der vom Aether hinterlassenen Säuren mit Zinkcarbonat, filtrirt heiss und lässt alsdann bis auf ein kleines Volumen eindampfen. Nach mehr oder weniger langem Stehen erhält man eine krystallinische Masse, welche durch wiederholtes Umkrystallisiren und Behandlung mit Blutkohle in der Wärme gereinigt wurde.

Die Beurtheilung der erhaltenen Milchsäureart erfolgte sowohl durch Feststellung der specifischen Drehung im Polarisationsapparat, als durch eine Bestimmung des Krystallwassergehaltes und Glührückstandes.

Die von mir erhaltenen Resultate sind folgende:

Vibrio Danubicus. Wachsthum gut. Die Cultur wird nach vier Wochen untersucht. Die Titration ergab im Ganzen 99,65 g Glucose; die Quantität war zu Anfang 145,87 g, es sind also 46,22 g zersetzt worden. — Die Alkoholdestillation musste unterbleiben, da die Lösung schon lange Zeit hindurch im Dampftopf sterilisirt war.

Zur Neutralisirung der flüchtigen Säuren (hier wie in allen folgenden Fällen ein Liter Destillat) waren 183,8 ccm $^1/_{10}$ Normal-Natronlauge erforderlich.

Die Quantität des Zinksalzes betrug 6,87 g.

Im Polarisationsapparat untersucht, dreht die Lösung des Zinksalzes rechts. — 0,818 g Substanz bewirken in einem 2 dcm langen Rohre eine Ablenkung von $+0{,}95^{\circ}$. Der Inhalt des Rohres ist 13 ccm. Bei Anwendung der Formel $(\alpha)_D = \frac{v\,a}{p\,l}$, in welcher v dem Inhalt des Rohres in Cubikcenti-

1) Centralbl. f. Bact. u. Parasitenk., Bd. IX, S. 304.

metern entspricht, p das Gewicht der in ihm enthaltenen polarisirenden Substanz, l' die Länge des Rohres in Decimetern und a die abgelesene Drehung bedeutet, ergibt sich für das Zinksalz die specifische Drehung: $(\alpha)_D = + 7{,}54$.

0,931 g krystallisirte und lufttrockene Substanz verlieren, bei 110° bis zum constanten Gewicht getrocknet, 0,119 g Wasser. Das entspricht 12,78% Krystallwasser.

1,004 g Substanz liefern beim Glühen 0,289 g ZnO. Das entspricht 28,78% ZnO.

Vibrio Dunbar. Wachsthum gut. Die Cultur blieb im Wasserbad drei Wochen und dann noch 14 Tage bei Winterkälte. Die Titration ergibt im Ganzen 86,11 g Glucose. Die Quantität war zu Anfang 138,26 g. Es sind also 52,15 g zersetzt worden.

Alkohol und Spuren von Aldehyd[1]) wurden constatirt.

Zur Neutralisirung der flüchtigen Säuren waren 190,5 ccm $^1/_{10}$ Normalnatronlauge erforderlich.

Die Quantität des Zinksalzes betrug 8,73 g.

Abgelesene Drehung + 0,93, Substanz 0,82 g, also $(\alpha)_D = + 7{,}37$.

0,895 g krystallisirte und lufttrockene Substanz verlieren, bei 110° bis zum constanten Gewicht getrocknet, 0,117 g Wasser. Das entspricht 13,07% Krystallwasser.

Dieselbe Quantität liefert beim Glühen 0,259 g ZnO. Das entspricht 28,93% ZnO.

Vibrio Wernicke I. Wachsthum gut. Die Cultur blieb im Wasserbad 15 Tage und dann noch 14 Tage in der Winterkälte. Die Titration ergibt im Ganzen 84,4 g Glucose. Die Quantität war zu Anfang 147,08 g. Es sind also 62,68 g zersetzt worden.

Alkohol wurde nachgewiesen.

Zur Neutralisirung der flüchtigen Säuren waren 155 ccm $^1/_{10}$ Normalnatronlauge erforderlich.

Die Quantität des Zinksalzes betrug 4,226 g.

Abgelesene Drehung + 0,74, Substanz 0,65 g, also $(\alpha)_D = + 7{,}4$.

---

1) Um die Anwesenheit von Aethylalkohol und Aldehyd festzustellen, wurde das Destillat wiederholt rectificirt. Alkohol erkannte man durch den Geruch, Lieben's Jodoformreaction, Bildung von Aldehyd beim Erhitzen mit Kaliumbichromat und verdünnter Schwefelsäure und Entwickelung von Essigäther beim Erwärmen mit Natriumacetat und concentrirter Schwefelsäure.

Oft konnte man durch Destillation des schon gereinigten Productes, in Gegenwart eines Wasserentziehungsmittels, eine Flüssigkeit erhalten, welche leicht entzündbar war und mit bläulicher Flamme brannte.

Zur Prüfung des Aldehyds wurden die empfindliche Metaphenylendiaminreaction und die Silberspiegelreaction nach Tollens benützt. Von Aldehyd fand man jedoch nur Spuren.

0,445 g Substanz verlieren, bei 110° bis zum constanten Gewicht getrocknet, 0,057 g Wasser. Das entspricht 12,8 % Krystallwasser.

0,618 g liefern beim Glühen 0,178 g ZnO. Das entspricht 28,8 % ZnO.

Vibrio Wernicke II. Wachsthum sehr gut. Die Cultur blieb zwei Wochen im Wasserbad und dann noch 14 Tage in der Winterkälte. Die Titration ergibt im Ganzen 57,46 g Glucose; die Quantität war zu Anfang 137,5 g. Es sind also 80,04 g zersetzt worden.

Alkohol und Spuren von Aldehyd wurden nachgewiesen.

Zur Neutralisirung der flüchtigen Säuren sind 242,8 ccm $^1/_{10}$ Normalnatronlauge erforderlich.

Die Quantität des Zinksalzes betrug 15,12 g.

Abgelesene Drehung + 0,81°, Substanz = 0,722 g, also $(\alpha)_D = + 7,29$.

0,577 g Substanz verlieren bei 110° bis zum constanten Gewicht getrocknet 0,073 g Wasser. Das entspricht 12,65 % Krystallwasser.

0,8 g Substanz liefern beim Glühen 0,234 g ZnO. Das entspricht 29,25 % ZnO.

Vibrio Wernicke III. Wachsthum kümmerlich. Die Cultur blieb zwei Wochen im Wasserbad und wurde dann sogleich untersucht. Die Titration ergiebt im Ganzen 108,41 g Glucose. Die Quantität war zu Anfang 136,55 g. Es sind also 28,14 g zersetzt worden.

Alkohol wurde in Spuren nachgewiesen.

Zur Neutralisirung der flüchtigen Säuren waren 118,5 ccm $^1/_{10}$ Normalnatronlauge erforderlich.

Die Quantität des Zinksalzes betrug 1,988 g.

Abgelesene Drehung + 0,74, Substanz = 0,668 g, also $(\alpha)_D = + 7,2$.

0,502 g Substanz verlieren bei 110° bis zum constanten Gewicht getrocknet 0,066 g Wasser. Das entspricht 13,14 % Krystallwasser.

Dieselbe Quantität liefert beim Glühen 0,1425 g ZnO. Das entspricht 28,38 % ZnO.

Vibrio Koch (Fall aus Wittenberge). Wachsthum sehr gut. Die Cultur blieb 3 Wochen im Wasserbad und dann noch 14 Tage bei Winterkälte. Die Titration ergab im Ganzen 73,09 g Glucose. Die Quantität war zu Anfang 144,18 g, es sind also 71,09 g zersetzt worden. Alkohol und Spuren Aldehyd wurden nachgewiesen. Zur Neutralisirung der flüchtigen Säuren waren 201,5 ccm $^1/_{10}$ Normalnatronlauge erforderlich. Die Quantität des Zinksalzes betrug 14,38 g.

Abgelesene Drehung = + 1,36°, Substanz = 1,204 g, also $(\alpha)_D = + 7,34$.

0,483 g Substanz verlieren bei 110° bis zum constanten Gewicht getrocknet 0,062 g Wasser. Das entspricht 12,83 % Krystallwasser.

Dieselbe Quantität liefert beim Glühen 0,140 g ZnO. Das entspricht 28,98 % ZnO.

Vibrio der Calcutta-Cholera. Wachsthum sehr gut. Die Cultur blieb im Wasserbad 3 Wochen und dann noch 14 Tage in der Winterkälte. Die Titration ergab 65,43 g; die Quantität war zu Anfang 138,26 g, es sind also 72,83 g zersetzt worden. Alcohol und Spuren Aldehyd wurden nachgewiesen.

Zur Neutralisirung der flüchtigen Säuren waren 199,8 ccm 1/10 Normalnatronlauge erforderlich.

Die Quantität des Zinksalzes betrug 14,08 g.

Abgelesene Drehung = + 1,18°, Substanz 1,063 g, also $(\alpha)_D$ = + 7,21.

0,471 g Substanz verlieren bei 110° bis zum constanten Gewicht getrocknet 0,062 g Wasser. Das entspricht 13,16% Krystallwasser.

Dieselbe Quantität liefert bei Glühen 0,136 g ZnO. Das entspricht 28,87 % ZnO.

Vibrio der Masaua-Cholera. Wachsthum bedeutend besser als der der anderen Keime; Bildung eines dickeren Häutchens an der Oberfläche. Die Cultur blieb im Wasserbade 16 Tage und wurde hierauf gleich untersucht. Die Titration ergab 101,28 g Glucose. Die Quantität war zu Anfang 140,9 g, es sind also 39,62 g zersetzt worden.

Alcohol wurde in verhältnismässig grösserer Menge, Aldehyd in Spuren nachgewiesen.

ZurNe utralisation der flüchtigen Säuren waren 213,3 ccm 1/10 Normalnatronlauge erforderlich.

Die Quantität des Zinksalzes betrug im Ganzen 10,3 g.

Abgelesene Drehung = + 0,86°, Substanz = 0,75 g, also $(\alpha)_D$ = + 7,45.

0,773 g Substanz verlieren bei 110° bis zum constanten Gewicht getrocknet 0,098 g Wasser. Das entspricht 12,67 % Krystallwasser.

0,59 g Substanz liefern beim Glühen 0,168 g ZnO; das entspricht 28,47% ZnO.

Linksmilchsaures Zink krystallisirt mit zwei Molekülen Krystallwasser, enthält also 12,9 % Krystallwasser, liefert beim Glühen 29,03 % ZnO, und hat die specifische Drehung $(\alpha)_D$ = + 7,65.

Nachstehende Tabelle dient als kurze Wiederholung der von mir erhaltenen Ergebnisse:

Vibrio	Zucker-Zersetzg. in g	Zink-salz in g	Kry-stall-wasser %	Zink-oxyd %	Spec. Drehung des Zink-salzes	Freie Milch-säure in g
Danubicus	46,22	6,87	12,78	28,78	+ 7,54	4,43
Dunbar	52,15	8,73	13,07	28,93	+ 7,37	5,63
Wernicke I	62,68	4,226	12,8	28,8	+ 7,4	2,72
Wernicke II	80,04	15,12	12,65	29,25	+ 7,29	9,75
Wernicke III	28,14	1,988	13,14	28,38	+ 7,2	1,28
Koch (Fall aus Wittenberg)	71,09	14,18	12,83	28,98	+ 7,34	9,14
Calcutta-Cholera	72,83	14,08	13,16	28,87	+ 7,21	9,08
Massaua-Cholera	39,62	10,3	12,67	28,47	+ 7,45	6,64

Aus Vorstehendem geht, wie man sich überzeugen kann hervor, dass in der Regel derjenige Vibrio, welcher mehr Zucker zersetzt, auch entsprechend mehr Milchsäure bildet und umgekehrt.

Jedoch kann man dieses Gesetz nicht als allgemeines betrachten, da es auch Vibrionen gibt, welche das umgekehrte Verhalten zeigen: Vibrio Wernicke I zersetzte 62,68 g Zucker und bildete 2,72 g Milchsäure. Der Vibrio der Massaua-Cholera zersetzt im Gegentheil nur 39,62 g Zucker, und bildete trotzdem 6,64 g Milchsäure. Auch Kuprianow hat schon Ausnahmefälle gefunden.

Weiterhin scheint aus den Versuchen hervorzugehen, dass die Menge der gebildeten Milchsäure mit der Virulenz Hand in Hand geht: die Cultur des Vibrio Wernicke II war hochgradig pathogen für Tauben, Kaninchen, Meerschweinchen, weisse und graue Mäuse; die hiermit inficirten Thiere gehen meist nach Verlauf von weniger als 24 Stunden zu Grunde. Bei diesem Vibrio ist die Milchsäurebildung die grösste. Vibrio Wernicke I, welcher nicht constant pathogen ist, und Vibrio Wernicke III, welcher gar keine pathogenen Eigenschaften hat, haben die geringste Menge Milchsäure gebildet.

Es sind von mir also acht Vibrionen untersucht worden, welche Linksmilchsäure bilden. Einige davon stammen, wie schon bereits bemerkt, direct von Cholerakranken; andere, mit Ausnahme des Vibrio Wernicke III, wurden zur Zeit der Choleraepidemie im Wasser gefunden, und erschienen allem Anschein nach als krankheitserregende Keime.

Es ist bekannt, dass sich diese Vibrionen von denjengen, welche Koch als Erreger der typisch-asiatischen Cholera geschildert hat, unterscheiden. Beim Massaua-Vibrio ist dieser Unterschied am grössten [1]).

---

1) Sclavo A., Di alcune differenze esistenti fra gli spirilli del colera isolati in diverse epidemie. Ministero dell'Interno. Laboratori scientifici della Direzione di Sanità 1892.

Allen aber kommt, wie wir gesehen haben, die Eigenschaft zu, beim Cultiviren in zuckerhaltiger Peptonlösung Linksmilchsäure und Alkohol zu bilden.

Diese Thatsache dürfte in dem Sinne zu verwerthen sein, dass die von mir untersuchten Vibrionen mit dem Koch'schen Vibrio der asiatischen Cholera nahe verwandt oder identisch sind, wenn auch allerdings die Fähigkeit, Linksmilchsäure zu bilden, anderen unzweifelhaft von dem Kommabacillus verschiedenen Vibrionen eigen ist.

Untersuchungen zur Plattendiagnose des Choleravibrio.

Von

Dr. Moritz Elsner
in Berlin.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.)

(Mit 3 Tafeln Mikrophotogrammen.)

Seit der Entdeckung des Koch'schen Komma-Bacillus sind eine ganze Reihe anderer Vibrionen bekannt geworden, die eine mehr oder weniger grosse Aehnlichkeit mit dem ersteren besitzen. Die unterscheidenden Merkmale gründen sich in erster Linie bekanntlich auf die Gestaltung der Gelatineplatten-Colonien. Der naheliegende Gedanke, die Temperaturansprüche der verschiedenen Arten für die Differenzirung zu benutzen, hat sich nur hie und da als praktisch brauchbar erwiesen. Ich erinnere in dieser Beziehung an den Vibrio aquatilis und an den Vibrio Deneke, zwei Organismen, welche bei der dem Koch'schen Vibrio so besonders zusagenden Temperatur von 37° schlecht resp. gar nicht wachsen. Es kommt dazu, dass der für die Züchtung von Bacterien bei Brüttemperatur fast ausschliesslich angewendete feste, durchsichtige Nährboden, das Agar-Agar, infolge seines Unvermögens, durch von den Bacterien producirte Fermente verflüssigt zu werden, den auf ihm entstehenden Colonien ein mehr oder weniger uniformes Aussehen verleiht. Die folgenden Untersuchungen stellten sich nun die Aufgabe, zu ermitteln, ob sich nicht durchsichtige Nährböden construiren liessen, die bei einer erheblich höheren Temperatur, als sie bei Benützung der gewöhn-

lichen Nährgelatine anwendbar ist, noch fest blieben und gleichzeitig das Vermögen besässen, sich durch peptonisirende oder andere Fermente oder directe Zellwirkung verflüssigen zu lassen. Es war nämlich, falls dieses Ziel erreicht würde, nicht undenkbar, dass die mit der Veränderung des Nährbodens verbundene grössere Mannigfaltigkeit in der Form der Plattencolonien zugleich mit der Verschiedenheit der Wachsthumsenergie für die Unterscheidung verschiedener Vibrionenarten brauchbarere, eventuell sogar den bisher bekannten überlegene Hilfsmittel repräsentiren würde.

Zuerst versuchten wir das Carragheen (irländisches Moos) und stellten uns aus demselben einen Nährboden auf folgende Weise dar: 25 g Carragheen wurden während 2 Stunden in 2 Liter heissem Wasser stehen gelassen, dann erhitzt und klar colirt. In der Colatur wurden 2 g Pepton, 1 g Kochsalz und 2 g Fleischextract gelöst. Die klare Flüssigkeit wurde dann bis ungefähr auf 500 g eingedampft.

Der Schmelzpunkt dieser Gallerte war dann 38° C. Nach Sterilisirung wurde sie mit Cholera geimpft und bei 26° 24 Stunden stehen gelassen. Die Colonien waren sehr gut gewachsen, leider zeigte sich jedoch keine Spur von Verflüssigung, sie entsprachen vielmehr vollständig denen auf der Agar-Platte. Jedoch boten die Carragheen-Platten im Vergleich zu Agar-Platten den Vortheil, dass sich bei der Erstarrung des Nährbodens keine Spur Wasser abgeschieden hatte, und dass die Colonien infolgedessen sehr schön isolirt blieben. Für unsern Zweck aber war nichts gewonnen, und wir versuchten etwas anderes. In einer alten Arbeit von Klebs aus der Vor-Koch'schen Zeit (Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie Band I) fanden wir eine Angabe, dass er sich eine Nährgelatine aus Hausenblase dargestellt hatte, welche 38° C. aushielt, ohne zu zerfliessen. Hausenblase (Fischleim, ichthyocolla) ist ein thierischer Leim und als solcher peptonisirbar. Leider ist es mir nicht gelungen, nach dem Klebs'schen Recept eine derartig resistente Gallerte aus Hausenblase herzustellen. Wir versuchten es mit verschiedenen Sorten von Agar-Gelatine und fanden, dass, wenn man einer 15% Gelatine eine Portion Agar im Verhältnis von

8—10 : 1 zusetzt, man eine allerdings etwas trübe Gallerte erhält, welche aber eine Temperatur von 26° C. bequem aushält. Mit einer solchen Agar-Gelatine stellten wir nun folgende Versuche an:

11. XII. Es werden je 3 Schälchen Agar-Gelatine von Hamburger-Cholera, Massauah-Cholera und Vibrio Berolinensis gegossen und 24 Stunden bei 25—26° gehalten.

12. XII. Die Platten bieten nach 24 Stunden folgendes Aussehen:

Original	I. Verdünnung	II. Verdünnung
Hamb. Ziemlich durchsichtige, ungefärbte Colonien m. unregelmässigem, buchtigem Rand und sehr grobkörnigem Innern; die letztere Körnung ist erheblich gröber, als auf gewöhnlichen Gelatine-Platten. Makrosk. sind die Colonien leicht eingesunk.	Die Grobkörnigkeit fällt weniger in's Auge, sonst wie auf Original.	Nichts.
Berol. Makr. noch keine Spur von eingesunkenen Stellen. Mikrosk. massenhafte, dichtliegende, grobkörnige, unregelmässig begrenzte Colonien. (Kein deutlicher Unterschied von Hamb. Cholera.)	Nicht völlig kreisrunde, vollständig glattrandige Colonien mit ausserordentlich feinkörnigem Innern, fast ungefärbt. (Keine Möglichkeit der Verwechslung mit Hamb. Cholera.)	Nichts.
Mass. Makr. sehr zahlreiche Einbuchtungen d. Gelatine-Oberfläche. Die Colon. vielfach mit unregelm. zipfligen Ausläufern versehen; mässig grobgranulirt, Rand unregelm.	Verunreinigt durch eine grosse Menge von Wurzelbacillus-ähnlich. Colonien, zeigen die Colon. eine leicht bräunliche Farbe (dunkler als Hamb.), unregelm. buchtigen Rand u. grob granulirtes Innere.	Nichts.

Wir wiederholten den Versuch am 15. XII. noch einmal mit einer Agar-Gelatine von 1 : 8, die wir bei 25° stehen liessen. Am nächsten Tage war noch nichts gewachsen. Am 18. XII., also nach 3 Tagen, fanden wir folgendes:

Original	I. Verdünnung	II. Verdünnung
Hamb Zeigt beginnende Verflüssigung, fliesst noch nicht herunter; mikrosk. zahlreiche, nicht weiter charakteristische, sehr kleine Colonien.	Fliesst theilweise herunter, sehr zahlreiche, grob-granulierte, unregelm. begrenzte, sehr kleine Colon. (typisches Aussehen).	Platte ist übersät mit trichterförmig eingesunkenen Stellen. Colon. sind grösser als bei I, rundlich, grobgranulirt, mit unregelmässig. Rand und von dunkelbraun. Färbung.
Berol. Spurweise beginnende Verflüssigung. Mikrosk. kleine z. Th. rundliche, z Th. mit wurstförmigen Ausläufern versehene Colon., ungefärbt oder leicht graubraun.	Ganze Platte zeigt leichte, oberflächliche Einsenkungen. Col. sind grösser, als auf O; vollständig glattrandig, meist kreisrund, nur sehr wenige mit wurstförmigen Ausläufern; Färbung wie auf O.	Ganz spurweise Einsenkung einzelner Colon., diese selbst meist kreisrund, fast alle glattrandig und durchgeh. fein granulirt; an einzelnen Colon. sieht man eine beginnende radiäre Lappung, das Gefüge derselben ist jedoch feinkörnig.
Mass. Total verflüssigt.	Nahezu verflüssigt. Die Colon. haben sehr grosse Aehnlichkeit mit Hamb. II nur ist der Unterschied durchgehend zu vermerken, dass sich in der Umgebung jeder Colon. (Verflüssigungszone) kleine lichtbrechende Körperchen kreisförmig angeordnet finden. (Stärkere Verflüssigung.)	Typische, vereinzelt stehende, trichterförmige Einsenkungen auf der Gelatine. Colon. gröss., als auf I; dunkelbraun, grobgranulirt, unregelmässig begrenzt. In ihrer Umgebung feine Körnchen.

Aus diesen Versuchen ergab sich, dass trotz der höheren Temperatur, selbst bei 4tägigem Wachsthum, die Unterschiede der verschiedenen Vibrionen-Arten (in unserem Falle Cholera und Berolinensis) nicht verschärft wurden, ja sogar, dass auf den Original-Platten die unterscheidenden Merkmale (der glatte Rand bei Berolinensis) undeutlicher hervortraten wie bei der Cultur auf gewöhnlicher Gelatine (s. Berol. O. vom 12. XII.).

Da uns zu ferneren Versuchen der angewendete Nährboden nicht zuverlässig genug erschien, versuchten wir nun, das Agar völlig wegzulassen, dafür aber die Gelatine in höherer Concentration anzuwenden, und stellten uns daher eine 20% Nähr-Gelatine dar, mit der wir die bisherigen Versuche noch einmal wiederholten.

Es wurden wieder je 3 Schälchen von Hamburger und Massauah-Cholera und Vibrio Berolinensis gegossen und 24 Stunden bei 26° C. gelassen. Es ergab sich folgendes:

Original	I. Verdünnung	II. Verdünnung
Hamb. Makr. massenhafte kleine,eingezogeneStellen. Mikr.: dunkele, leicht bräunlich gefärbte Colon., rundlich m. grobkörnigem Gefüge und unregelm. Rand (etwa sonst 3tägigen Colonien entsprechend).	Die Colon. sind von derselben Beschaffenheit, wie auf O., unr von etwas grösseren Dimensionen.	Nichts.
Berol. Kleine, sehr unregelm. gestaltete Colonien mit zackigen und zipfligen Ausläufern und grober Innenkörnung; die Colon. liegen sehr dicht.	Isolirt liegende, ziemlich durchsichtige Colon. von hellgrauer Farbe u. deutlich grobscholligem Gefüge (erinnern an das Aussehen älterer, isolirter Gelatine-Colonien).	Nichts.
Mass. Makr.: die Platte ist noch fest; ausserordentl. zahlreiche, eingesunkene Stellen. Mikr. sind die Colon. viel unregelmässiger als bei Hamb., mit viel mehr Ausläufern (stärkere Verflüssigung).	Die Colon. sind grösser und zeigen nicht so viele Ausläufer. (Geringere Verflüssigung.)	Nichts.

Am nächsten Tage, also nach 48 Stunden, boten die Platten folgendes Bild:

Original	I. Verdünnung	II. Verdünnung
Hamb. Platte beginnt zu zerfliessen; Colon. sind etwas grösser geworden.	Col. etwas grösser geworden, sonst nicht verändert.	Nichts.
Berol. Noch keine Verflüssigung zu sehen. Die Colon. sind grösser geworden, sonst ebenso wie gestern.	Der schollige Charakter ist noch mehr ausgeprägt, Colon. sind etwas grösser.	Nichts.
Mass. Platte ist ausserordentlich weich und beginnt zu zerfliessen. Col. wie gestern.	Makr. sehr schöne, isolirte, eingezogene, trichterförmige Colon., erheblich grösser, zeigen namentlich am Rande deutlich fädiges Gefüge, und grobkörniges Innere; sie sind dunkelgraubraun gefärbt.	

Wenn dieser Versuch bezüglich der Differenzirung der einzelnen Vibrionen unter einander nun auch nichts Neues bot, sondern lediglich schon Bekanntes bestätigte, und somit der Beweis geliefert war, dass eine Temperaturerhöhung von circa 4° C. die Unterschiede im Wachsthum nicht verschärfte, so hatte er uns doch etwas anderes gelehrt. Einmal nämlich hatten wir einen Nährboden kennen gelernt, der, aus reiner Gelatine bestehend und alle ihre Vorzüge in sich vereinigend, eine Temperatur bis zu 26° C. aushielt; ausserdem aber konnte man aus dem Versuche ersehen, dass der Vibrio der Hamburger Cholera bei dieser erhöhten Temperatur erheblich rascher gewachsen war, als er dies bei gewöhnlicher Zimmertemperatur zu thun pflegt. Um dies Resultat nun auch praktisch zu einer eventuellen schnelleren Diagnose verwerthen zu können, mussten wir zunächst wissen, ob nicht etwa andere Fäces-Bacterien bei dieser Temperatur sich ebenfalls so rapide entwickeln würden, dass sie die Cholera-Bacillen gegebenen Falls zu überwuchern im Stande wären. Zu diesem Zwecke stellten wir uns eine Fäces-Aufschwemmung dar, der wir eine Reincultur von Cholera-Vibrionen in Bouillon zusetzten. Mit dem Gemisch wurde die 20% Gelatine geimpft, und die Schälchen 24 Stunden bei 26° C. stehen gelassen. Es zeigte sich nun:

Auf der Originalplatte	Auf der Verdünnungsplatte
Keine deutliche Verflüssigung, sehr zahlreiche, ganz unregelmässig gestaltete, mit zipfligen Ausläufern versehene Colonien mit grobkörnigem, leicht gelbbräunlich gefärbtem Inhalt.	Deutlich eingesunkene Stellen an der Oberfläche an der Stelle der Colonien. Es ist nur eine Sorte von Colonien zu sehen. Sie sind unregelmässig, meist länglich gestaltet, der Rand zeigt deutlich fädiges Gefüge. Der Inhalt ist grobkörnig und leicht hellbraun gefärbt.

In diesem Falle waren also ausser den Cholera-Bacillen keine Fäces-Bacterien gewachsen, und die ersteren zeigten nach 24stündigem Wachsthum schon ein Aussehen, wie es sonst nur viel älteren Cholera-Colonien zukommt. Man konnte also annehmen, dass sie schon eine geraume Zeit vorher auf der Platte hätten diagnosticirt werden können.

Nun wurde folgender Control-Versuch gemacht: Wir impften neben einander je ein Röhrchen von 10% Gelatine, von 20% Gelatine und von Agar-Agar mit je einem Cubikcentimeter einer Fäces-Aufschwemmung, der Cholera-Bouillon zugesetzt war, machten von jedem Röhrchen 2 Verdünnungen und gossen in Schälchen aus. Die Schälchen mit der 10% Gelatine wurden bei einer Temperatur von 19° C, die mit 20% Gelatine zwischen 25° und 26° und die mit Agar unter Brüttemperatur gehalten. Nach 24 Stunden wurden alle untersucht, und folgendes war das Resultat:

Original	I. Verdünnung	II. Verdünng.
10% Gelatine: Ziemlich zahlreiche, kleine Colonien, an denen etwas Charakteristisches, für die Cholera-Diagnose Verwerthbares noch nicht zu sehen ist. Makr. erscheint die Gelatine noch vollständig klar.	Nichts.	Nichts.
20% Gelatine: Makr. Zahlreiche Colonien und auch zahlreiche oberflächl. Einsenkungen. Mikrosk. Aeusserst zahlreiche, dicht stehende, ganz unregelmässig gestaltete, vielfach in die Länge gezogene, (die Gelatine ist augenscheinl. bereits weich geworden), hellbraune Colonien mit grobkörnigem Inhalt und fädigem und fasrigem Rande.	Makr. Zerstreute, kleine Colonien. Die Oberfläche zeigt hie und da über den Colonien leichte trichterförmige Einsenkungen. Mikr. ist nur eine einzige Art von Colon. zu bemerken. Dieselben sind im Ganzen kreisrund gestaltet, haben eine dunkelgraubraune Farbe, grobkörnigen Inhalt und unregelmässig-fasrigen und zackigen, bisweilen deutlich fädigen Rand.	Makr. Nur ganz spärliche, vereinzelte Colonien; dieselben entsprechen mikr. vollständig den auf 1 gefundenen.
Agar: Makr. Platte ist übersät mit ausserordentlich zahlreichen, kleinen Colon. Mikr. constatirt man in jedem Gesichtsfeld Hunderte von dunkelbräunlichen, ganz unregelmässig gestalteten, ziemlich compacten Colonien mit ziemlich scharfer Begrenzung und ziemlich fein granulirtem Inhalt, welche innerhalb des Nährbodens liegen; ausserdem sind ebenfalls mikr. schon zarte, häutchenförmige absolut kreis-	Makr. zeigt die Platte Colonien von verschiedenem Aussehen. Zunächst ziemlich zahlreiche, kleine, unregelmässig geformte, zum grössten Theil innerhalb des Nährbodens liegende Colon.; ferner zahlreiche oberflächliche, glänzende, in der Durchsicht hellbräunlich transparente, absolut kreisförmige, bis zu 1½ mm im Durchmesser messende Colonien. Mikr. Die ersterwähnten kleinen, unregelmässigen Colonien stellen sich als sehr dunkle, braune, grobgranulirte, unregelmässig gestaltete, compacte Gebilde dar; die zweiterwähnten oberflächlichen Colonien sind erheblich heller und durch-	Makr. nur ganz spärliche Colonien. Auch mikr. nichts irgendwie besonderes: ganz vereinzelt oberflächliche, kreisförmige Colonien mit dem Charakter der auf I beschriebenen.

Original	I. Verdünnung	II. Verdünng.
runde, hellgraubraune, feingranulirte und scharf begrenzte, oberflächliche Colonien zu sehen.	sichtiger; sie zeigen im ganzen, speziell in der Randzone, ein ausserordentlich feinkörniges Gefüge; die mittleren Partieen der Colon sind wie überstreut mit dunkleren, bröckligen Massen. Sehr häufig findet sich nahe der Mitte einer solchen Colonie eine dunklere, ihrem Aussehen nach der erstgenannten Colonie entsprechende Stelle. Die mikroskopische Untersuchung im gefärbten Präparate einer derartigen oberflächlichen Colonie ergibt ein dem Choleravibrio entsprechendes Bild Es wird eine Abimpfung auf 1% Peptonlösung gemacht, bei der dann die bekannte Indolreaction nachgewiesen wird.	

Auch auf allen diesen Platten hatten sich also nur Cholera-Colonien entwickelt. Allerdings gestattet dies Ergebnis noch keinen allgemeinen Schluss auf die Wachsthumsbedingungen anderer Fäces-Bacterien, da dieselben, wie bekannt, in ihrer Quantität und Qualität je nach der genossenen Nahrung besonders im Cholera-Stuhl sehr differiren Jedoch war immerhin bewiesen, dass bei einer Temperatur von 26° C. die Choleravibrionen schon voll entwickelt waren, zu einer Zeit, wo die bei Zimmertemperatur gewachsenen Colonien diagnostisch noch nicht verwerthbar waren. Um nun zu ermitteln, ob vielleicht die Cholerakeime das Wachsthum anderer Fäces-Bacterien verhinderten, oder ob es in den Eigenschaften der letzteren selbst lag, dass sie sich unter den gegebenen Verhältnissen nicht entwickelten, wurde folgender Versuch gemacht:

Es wurde eine ziemlich dicke Fäces-Aufschwemmung (etwa 300 g) hergestellt und durch sterile Gaze filtrirt. Davon wurden etwa 20 g abgegossen. Mit der grösseren Portion wurde eine 1 tägige Cholera-Bouillon vermischt und nun von beiden Portionen Schälchen gegossen und zwar:

Original und 2 Verdünnungen mit . . . 10% Gel.
" " " " " 20%
" " " " " . . . . Agar.

Die 10% Gelatine wurde bei 20° C., die 20% Gelatine bei 26° C., das Agar bei 37° C. gehalten und nach 20 und 44 Stunden untersucht.

Agar.

Original		I. Verdünnung		II. Verdünnung	
Fäces	Fäces und Cholera	Fäces	Fäces und Cholera	Fäces	F. u. Ch.
		Nach 20 Stunden.			
Die Platte zur Hälfte überzogen. Relativ spärliche, z. Th. oberflächliche, z. Th. in der Gelatine liegende Colon. ohne bes. charakt. Merkmale.	Unzählige, dichtstehende, meist gleichförmige Colonien, welche z. Th. oberflächlich transparente, gelblichbraune Häutchen von kreisrunder Gestalt, zum beiweitem grösseren Theil aber kleinere, rundlich oder unregelmässig gestaltete, grobkörnige, mit unregelmässigen Rändern versehene Colonien von dunkelgelbbrauner Farbe zeigen.	Ganz spärliche (2—4) weissgraue, der Oberfläche aufliegende, kreisrunde Colonien, welche ziemlich wenig transparent sind.	Ziemlich zahlr., 1—2 mm grosse, kreisrunde, dem Nährboden oberflächlich aufliegende, grauweisse Colon., welche mikrosk. ein hellbraunes Colorit zeigen und in der Hauptmasse erheblich transparenter sind, als die links nebenstehend beschriebenen. Ausserdem ebenfalls ziemlich zahlreiche, innerhalb des Nährbodens liegende, kleinere Colon. von ganz unregelm. Gestalt, sehr grober Körnung und dunkelbrauner Farbe.	Auf beiden Platten nur ganz vereinzelte Colonien, die in ihrem Aussehen den auf I beschriebenen entsprechen.	
		Nach 44 Stunden.			
Platte zum grössten Theil oberflächlich überwuchert	Colonien etwas grösser geworden.	Colonien etwas grösser geworden, sonst nichts besonderes.	Oberflächl. Colon. bis zu 3—4 mm im Durchmesser gewachsen, auch die innerhalb des Nährbodens liegenden Colonien erhebl. vergrössert, sonst nichts verändert.	Colonien etwas vergrössert.	

20% Gelatine.

Original		I. Verdünnung		II. Verdünnung	
Fäces	Fäces und Cholera	Fäces	Fäces und Cholera	Fäces	F. u. Ch.
Nach 20 Stunden.					
Makr. von Bacter.-Colon. wenig zu sehen, dagegen ziemlich zahlreiche, oberflächliche Schimmelpilz-Colon., etwa 3 mm gross. Mikr. sind daneben auch vereinzelte in der Gelatine liegende, kleine, unregelmässig gestaltete, braune Colon. zu sehen.	Makr. Schimmelpilzcolon. wie nebenbei. Ausserdem aber sehr dicht stehende, äusserst kleine, mit kleinsten Verflüssigungstrichtern ausgestattete Colon. Mikr. zeigen die letzteren ganz unregelm., locker-fädiges Gefüge (namentlich am Rande), grobkörnigen Inhalt und hellgraubraune Färbung.	Makr. und mikr. ist von Colon. kaum noch etwas zu sehen.	Makr. über die ganze Platte verstreute, isolirte, kleine Verflüssigungstrichter. Mikr. an der Stelle jedes Trichters eine typische Cholera Colonie. Dieselbe zeigt im Ganzen kreisrunde Gestalt, leicht unregelmässigen Rand, grobe Körnung und graubraune Farbe, und misst, genau gemessen, 0,15—0,2 mm. Sonstige Colon. sind nicht zu bemerken.	Auf beiden Platten nichts.	
Nach 44 Stunden.					
Die Schimmelpilzcolonien haben sich ganz erheblich vergrössert; sie ergaben sich als einer Oidiumart angehörig.	Platte total verflüssigt.	Makr. wie mikr. nur vereinzelte Schimmelpilzcolonien.	Die Colon. sind nur ganz unerheblich grösser geworden, zeigen im übrigen dasselbe Aussehen wie gestern. Die Trichterbildung ist vielleicht noch etwas deutlicher.	Nichts deutliches.	

10% Gelatine.

Original		I. Verdünnung		II. Verdg.	
Fäces	Fäces und Cholera	Fäces	Fäces und Cholera	Fäces	F. u. C.
Nach 20 Stunden.					
Noch nichts von Colon. zu sehen.	Makr. noch nichts sicheres. Mikr. sehr zahlreiche, innerhalb der Gelatine liegende, rundliche Colon. von hellgrauer Farbe mit regelm. Rand und structurlosem Inhalt (sichere Diagnose auf Cholera noch nicht möglich), der Durchmesser im Mittel 0,02 bis 0,03 mm.	Nichts.	Mikr. sehr spärliche Colonien von der Grösse und dem Aussehen der auf O beschriebenen.	Nichts sicheres.	
Nach 44 Stunden.					
Ziemlich zahlreiche Colon. von Oidium, dazwischen auch grössere Anzahl von Bacterien-Colon. ohne besonders charakteristische Merkmale.	Platte ziemlich verflüssigt.	Nichts deutliches.	Die Colon. sind grösser geworden. Sie messen jetzt im Durchmesser 0,18 bis 0,2 mm. Sie sind im allgemeinen kreisförmig mit leicht unregelmässigem Rande, mässig stark grob körnigem Inhalt und hellbräunlicher Färbung. Das fädige Gefüge d. auf d. 20% Gelat. gezüchteten Colon. ist bei diesen Colonien absolut nicht vorhanden. Die beschriebene Eigenschaft gilt für die noch innerhalb des Nährbodens liegenden Colon. Die in der Oberfläche im Grunde der Verflüssigungstrichter liegenden Colonien haben z. Th. ein etwas abweichendes Aussehen, sie sind erstens grösser (bis 0,3 mm gross), ferner ist der Rand vielfach fädig und aufgelockert.	Nichts.	

Auf den Mischplatten hatten sich also wiederum nur die Cholera-Bacillen, auf den Fäcesplatten dagegen, und zwar nur auf den der erhöhten Temperatur ausgesetzten, nur spärliche Colonien entwickelt, welche vorderhand nicht weiter untersucht wurden. Wie viel von dieser Thatsache auf ein etwaiges durch die Menge der Cholera-Keime gesetztes Hindernis, und wie viel auf die Qualität der Fäces zu setzen ist, muss dahingestellt bleiben. Es war aber auch hier wieder das schnellere Wachsthum der Cholera-Bacillen bei 26° C. bewiesen, da dieselben nach 20 Stunden ebenso gross oder noch grösser waren, als die bei 20° gewachsenen nach 44 Stunden.

Wir hatten uns inzwischen noch einmal eine 20% Gelatine (B) hergestellt, welche wir, um sie klar zu bekommen, länger als die ursprüngliche (A) hatten kochen müssen. Wir impften nun beide Gelatinen mit Cholera-Bacillen, ausserdem noch Gelatine A mit Fäces und untersuchten nach 12 Stunden.

Original	I. Verdünnung	II. Verdünnung
	Cholera: Gelatine A.	
Makr.: Zahllose ganz leicht eingesunkene, trichterförmige Stellen. Mikr.: Sehr zahlreiche, kleine, ungefärbte, leicht graubraun gefärbte Colonien von grobkörnigem Gefüge.	Sehr zahlreiche Colonien von verschiedener Grösse. Die kleinen unregelmässig, die grösseren meist rundlich, mit grobkörnigem Innern und von derselben Farbe wie auf O.	Ganz vereinzelt ungefärbte Colonien, welche in ihrem Aussehen denen auf I entsprechen.
	Cholera: Gelatine B.	
Platte fängt an zu fliessen, sonst wie bei A.	Die Colonien sind viel zahlreicher, als auf der entsprechenden Platte von A, fast durchgängig grösser, die oberflächlichen haben eine sehr intensive Verflüssigungszone um sich, die Farbe ist durchgängig eine entschieden braune. (Leichte Verflüssigung der Gelatine.)	Nichts deutliches.

Original	I. Verdünnung	II. Verdünnung
	Fäces: Gelatine A.	
Platte fängt an zu fliessen und ist bedeckt mit Colonien ohne charakteristische Gestalt.	Makr: Sehr zahlreiche kleine Colonien. Mikr.: scheinen dieselben dem Ansehen nach einer einzigen Art anzugehören; die Colonien sind ganz unregelmässig gestaltet, sie bestehen aus aneinander hängenden und in ihrer ganzen Innensubstanz fein granulirten lappigen und buckligen Gebilden und haben eine leicht hellbraune Färbung.	Nichts deutliches.

Aus diesem Versuch ersahen wir, dass durch das längere Kochen unsere neue Gelatine nicht ganz so consistent geblieben war, wie die alte, dass sie aber immerhin noch eine Temperatur von 26° ausgehalten hatte. Vor allem aber ergab sich, dass die Cholera-Bacillen schon nach 12 Stunden auf unserer Gelatine eine Grösse erreicht hatten, die sie deutlich diagnosticirbar erscheinen liess. Auf der Fäcesplatte war diesmal eine Bacterienart gewachsen, die jedoch in den Colonien mit Cholera nicht zu verwechseln war, und zu deren Studium wir nun schreiten mussten. Da in den Fäces bekanntlich fast regelmässig das Bacterium coli zu finden ist, und wir vermutheten, es könnte sich vielleicht um diess durch die erhöhte Temperatur in seinen Wachsthumsbedingungen etwas veränderte Bacterium handeln, so machten wir einen Controllversuch, indem wir Fäces sowohl, als eine Reincultur von Bacterium coli auf 10% Gelatine bei 22° und auf 20% Gelatine bei 26° nach 24 resp. 48 Stunden untersuchten. (Siehe die Tabelle auf S. 136 und S. 137.)

Wie sich aus diesen Tabellen ergibt, handelte es sich also bei den neben den Cholera-Bacillen in den Fäces gefundenen Bacterien in der That um das Bacterium coli. Die Unterschiede, die dasselbe in seinem Wachsthum auf der 20% Gelatine darbot, erklären sich leicht aus der schnelleren Entwickelung bei der erhöhten Temperatur auf einem etwas lockereren

	Original		I. Ver-
	B. coli	Fäces	B. coli
10% Gelat. 22°	**24 Std.** Unregelm. gestaltete, kleine Colon. von nicht ganz feinkörnigem Gefüge u. glattem Rande.	Entspricht vollständig den Reinculturen von B. Coli auf O.	Nichts.
20% Gelatine. 26°	**24 Std.** Ausserordentl. zahlreiche, ganz unregelmässig gestaltete, zipflige, sehr kleine Colonien.	Der Befund entspricht völlig dem von B. Coli auf O.	Unregelmässig schollig gefügte, hellbräunliche Colonien. Die Structur der einzelnen Schollen ist eine ausserordentl. feinfügige.
10% Gelatine. 22°	**48 Std.** Colon. sind grösser geworden, haben meist absolut glatten Rand, feinkörniges Gefüge und ganz hellgraubraune Färbung. Nur vereinzelte Colonien sind in der Gestaltung des Randes sowohl, wie in der des Inhalts etwas abweichend, der Rand leicht unregelmässig, das Innere leicht gelappt und gekörnt.	Entspricht völlig den von B. coli auf O.	Grosse Anzahl typischer, häutchenartig d. Gelatine aufliegender Colonien mit buchtiger Begrenzung und blattartiger Zeichnung (typisches Aussehen d. Coli-Cultur). Die innerhalb des Nährbodens liegenden Colonien von hellbrauner Farbe, etwas unregelm. Rand und im ganzen feinkörnigem, zuweilen etwas unregelm. Inhalt.
20% Gelatine. 26°	**48 Std.** Wie gestern.	Col. sind erheblich spärlicher an Zahl, als auf der entsprechenden Platte von B. coli. Die Form der einzelnen Colonien infolgedessen auch abweichend; es handelt sich um zahlreiche, schollig gefügte, hellgraubraune Colon. mit ziemlich glattem Rande.	Die Colon. haben ein ganz anderes Aussehen als gestern; sie sind undurchsichtiger und brauner geworden. Die schollige Zerklüftung des Innern ist mehr ausgesprochen und zeigt häufig eine an radiäre Anordnung erinnernde Zeichnung; der Rand ganz unregelmässig zerklüftet, mit durchsichtigen kleinen Zipfeln und Anhängseln versehen.

Nährboden, so die verzögerte Häutchenbildung, der fädige, unregelmässige Rand und das zerklüftete, mitunter lappig-schollige Innere. Um unsere Gelatine nun noch fester zu machen und sie also zwecks einer eventuellen noch grösseren Beschleunigung der Diagnose einer noch höheren Temperatur aussetzen zu können, stellten wir uns eine 25 % Nährgelatine dar; wir constatirten

dünnung	II. Verdünnung		
Fäces	B. coli	Fäces	
Nichts.	Nichts.	Nichts.	10% Gelat. 22°
Die Colon. haben im allgemeinen dasselbe Aussehen, wie die von B. coli auf I, nur ist die schollige Structur nicht so ausgesprochen, die Schollen sind grösser; die einzelnen Abtheilungen kleiner.	Nichts.	Nichts.	20% Gelatine. 28°
Entspricht völlig denen von B. coli auf I.	Aehnliches Bild wie auf I.	Vereinzelte typische häutchenförmige Colonien v. B. coli.	10% Gelatine. 22°
Entspricht völlig denen von B. coli auf I.	Zeigt ein sehr ähnlich. Bild wie I; an einzelnen Stellen ist es zur Entwickelung von oberflächlichen Häutchen gekommen, die jedoch im Vergleich mit denjenigen auf der 10% Gelatine folgende Unterschiede darbieten: Sie sind 1) erheblich kleiner (auf der 10% Gelatine erreicht ihre Grösse bis zu 5 mm im Durchmesser, hier nur eine solche bis ca. 2½ mm); 2) ihre Structur ist eine deutlich zerklüftete, ihr Rand ganz ausserordentlich unregelmässig, mit Anhängseln besetzt. Die ganze Schicht des Häutchens erheblich dicker als bei denen auf der 10% Gelatine.	Nichts	20% Gelatine 28°

zunächst, dass dieselbe eine Temperatur bis zu 30° C. aushielt, und prüften nun das Wachsthum der Cholera und des Bacterium coli auf derselben bei einer Temperatur von 29° C. Dabei stellte sich heraus, dass, obwohl die Gelatine fest geblieben war, und obwohl schon nach 8 Stunden deutlich sichtbare Colonien von Cholera- und Coli-Bacillen gewachsen waren, diese Temperatur

doch zu hoch gegriffen war. Bei einer einigermaassen reichlichen Aussaat nämlich, d. h. wenn die zur Entwickelung gelangenden Colonien einigermaassen dicht neben einander liegen, liessen sich auf den so hergestellten Platten die einzelnen Arten schwer auseinander halten; speciell gilt dies für das Verhältnis der Choleracolonien zu den Colonien des Bacterium coli. Die letzteren zeigen unter den in Rede stehenden Entwickelungsbedingungen schon frühzeitig eine ziemlich grobe Granulirung ihres Inhaltes und eine unregelmässige Gestaltung ihres Randes, wodurch ihre Unterscheidung von Choleracolonien, namentlich für den weniger Geübten, schwieriger wird. Infolge dieser Ergebnisse gaben wir fürderhin die Temperatur von 29° endgiltig auf und beschränkten uns auf die Temperatur von 27°, höchstens 28° C., bei der, wie die nachstehenden Versuche lehren, eine sichere Differentialdiagnose zwischen Cholera und anderen Fäces-Bacterien, insbesondere dem Bact. coli, in der Praxis unter allen Umständen schon nach 10 Stunden möglich sein dürfte.

25% Gelatine bei 27,8° nach 10 Stunden.

Original	I. Verdünnung	II. Verdg.
Fäces.		
Ziemlich dicht liegende, im ganzen rundliche, etwas unregelmässig begrenzte, zum Theil aus einzelnen scholligen Theilen zusammengesetzte Colonien, die in ihrer gesammten Ausdehnung gleichmässig hell oder kaum gefärbt sind. Ausserdem auch einzelne lockigfädige Colonien.	Spärliche Colonien von dem Aussehen der auf O. beschriebenen. (Weder makrosk. noch mikrosk. oberflächliche Häutchenbildung zu bemerken.)	Nichts besonderes.
Bacterium coli. Reincultur.		
Sehr zahlreiche, rundliche, etwas unregelmässig begrenzte, meist schollig gefügte, durchsichtige, in ihrer gesammten Ausdehnung gleich helle Colonien. Die beschriebenen Colonien liegen anscheinend sehr oberflächlich und fast sämmtlich in einer Einstellungsebene, so dass man die Ueberzeugung gewinnt, dass es sich in der That um völlig der Oberfläche des Nährbodens an-	Die Colonien sind spärlicher und grösser, als auf O. Die Gestalt nahezu rund, der Rand etwas unregelmässig. Das Innere v. gleichmässiger Beschaffenheit, durchsichtig, fein granulirt (deutlich scholliges Wachsthum fehlt hier).	Ganz spärliche Colonien wie auf I.

Original	I. Verdünnung	II. Verdg.
gehöriges Wachsthum handelt. Geht man mit dem Tubus tiefer, so werden die Colonien allmählich unschärfer, und es finden sich dann in den tieferen Schichten zunächst keine Colonien. Erst in den allertiefsten Schichten der Gelatine kommen dann kleinste, viel dichter, als die oberflächlichen gelagerte, sammt und sonders exquisit schollig geformte Colonien zum Vorschein; an anderen Stellen ist die ganze Gelatine von Colonien durchsetzt, von denen die obersten immer die grössten, die tiefer liegenden kleiner sind. Je tiefer also, um so kleiner, je höher, um so grösser sind die Colonien.		
	Cholera.	
Oberfläche makroskopisch etwas unregelmässig; ganz leicht eingesunkene Trichter Mikr. Aeusserst dicht stehende, ganz leicht hellbräunliche, im ganzen meist rundlich gestaltete, grobkörnig-fädige Colonien.	Schon makr. kleinste Verflüssigungstrichter zu erkennen. Die Colonien sind im ganzen rundlich, der Rand leicht unregelmässig, das Innere deutlich grobkörnig. Die Colonien entsprechen in ihrem Aussehen etwa 36 Stunden alten bei 21° C. auf 10% Gelatine.	Spärliche Colonien von dem Aussehen der auf I beschriebenen.
	Aufschwemmung von Cholera + Bact. coli.	
Ausserordentlich zahlreiche, grössere und kleinere, zum Theil schollige, zum Theil ganz unregelmässig gestaltete Colonien; bestimmte definirbare Unterschiede sind nicht zu erkennen.	Schon makr. deutliche kleine Verflüssigungstrichter. Mikr. finden sich: 1. zahlreiche Colonien, welche den auf I von Bact. coli beschriebenen entsprechen. 2. solche, die denen auf I von Cholera entsprechen. *Es ist von jeder einzelnen Colonie mit Sicherheit zu bestimmen, ob sie dem Bact. coli oder der Cholera angehört.*	Entspricht I.
	Aufschwemmung von Fäces + Cholera.	
Sehr zahlreiche, grobgranulirte, unregelmässig gestaltete Colonien; neben einigen andern.	Makrosk. Verflüssigungstrichter. Mikr. zahlreiche Colonien, welche zum allergrössten Theil den ad Cholera I beschriebenen gleichen; vereinzelt auch welche, die denen ad Coli I entsprechen.	Nichts wesentliches.

Uebrigens haben meine Versuche mich gelehrt, dass man nicht etwa auf gerade 10 Stunden alte Platten bezüglich der

Stellung der Diagnose angewiesen ist, sondern dass die Platten auch bei einem Alter von 24 Stunden volle Brauchbarkeit behufs einer sicheren Stellung der Diagnose besitzen, und dass man auch jede dazwischen liegende Zeit zu diesem Zwecke verwenden kann. Ein Blick auf die dieser Arbeit beigegebenen Photogramme beweist das letztere zur Evidenz.

Es möge hier noch kurz erwähnt werden, dass, was eigentlich selbstverständlich ist, unsere Gelatine auch zur Anlage von Stichculturen gebraucht werden kann. Was das Wachsthum des Cholera-Vibrio betrifft, so bekommt man bei einer Temperatur von 27° bis 28° bereits nach 24 Stunden eine etwa erbsengrosse Luftblase am Eingang des Stichcanals.

Was die Herstellung der Nährgelatine angeht, die wir zu den letzterwähnten Versuchen gebrauchten, so kommt es ganz ausserordentlich darauf an, dass dieselbe in vorsichtiger Weise bereitet wird. Namentlich eine zu starke und zu lange dauernde Erhitzung bei der Herstellung ist sorgfältigst zu vermeiden. Wir verfuhren in folgender Weise:

Zu 1 l Wasser fügt man 250 g Gelatine (Hesterberg, Berlin, albissima extra), 10 g Liebig's Fleischextract, 10 g Pepton und 5 g Kochsalz und erwärmt die Mischung in einem Wasserbade von 50° C. bis zur vollständigen Lösung der Gelatine; dann setzt man Sodalösung bis zur deutlichen alkalischen Reaction, sodann das Weisse von einem Hühnerei zu und schüttelt kräftig durch. Nun kocht man genau 1 Stunde im strömenden Dampf von 100° C. und filtrirt durch Fliesspapier unter mässiger Erwärmung des Trichters durch zwei seitlich unter denselben gestellte, kleine Bunsenflammen. Man erhält dann eine klare, leicht gelbbraun gefärbte Gallerte, die nach der Einfüllung in Röhrchen behufs der Sterilisirung an drei aufeinander folgenden Tagen je genau für 15 Minuten in den strömenden Dampf von 100° C. gestellt wird.

Es ist, wie einige von mir bereits angestellte, orientirende Versuche lehren, zu hoffen, dass auf diesem Nährboden auch andere, namentlich pathogene, Organismen, die bis jetzt gar nicht oder nur sehr schwer auf der Gelatine zu züchten waren, zu

einer schnellen und typischen Entwickelung zu bringen sein werden.

Zum Schlusse dieser Untersuchungen sei es mir gestattet, Herrn Prof. Rubner für die freundliche Anregung, sowie Herrn Dr. Günther für seine gütige Unterstützung, namentlich auch für die liebenswürdige Bereitwilligkeit zur Herstellung der Photogramme meinen besten Dank auszusprechen.

Vergleichende Studien über die Zersetzung des Hühnereiweisses durch Vibrionen.

Von

A. W. Grigoriew,

Prosektor am Ujazdow-Militär-Hospital zu Warschau.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität zu Berlin.)

Einleitung.

Die krankmachenden Wirkungen der Bacterien hat man in mannigfacher Weise zu erklären versucht; indem man von der directen Concurrenz der Bacterien mit den Körperzellen fast allgemein absah, hat die Anschauung, dass die Bacterien giftige und schädliche Stoffe erzeugten, viele Anhänger gefunden. Näher charakterisirte Giftstoffe, wie sie in Bacterienculturen auftreten, sind namentlich durch die Arbeiten Brieger's[1]) bekannt und unter dem Sammelnamen der Ptomaine und Fäulnisalkaloide in die Literatur eingeführt worden.

Später gab die Entdeckung von A. und U. Mosso, welche aus dem Serum der Mureniden giftige Eiweissstoffe darstellten, und das Auffinden ähnlicher Verbindungen im Schlangen- und Spinnengifte, sowie die Darstellung des pflanzlichen Rhicins, Abrins, Phallins, Robinins, den Forschungen eine neue Richtung. Man suchte in den Bacterienculturen mit allerdings noch primitiven Methoden nach solchen Toxalbuminen und will deren in der

1) Brieger, Zur Kenntnis der Stoffwechselprodukte des Cholerabacillus. Berlin. klin. Wochenschr. 1887, Nro. 44.

That gefunden haben [1]). Ausser den durch Umwandlung des Nährbodens entstehenden Toxinen soll der Bacterinleib selbst giftige Eiweissstoffe oder diesen nahestehende Körper enthalten (Buchner [2]), Gamaleia [3]).

Zu jenen Krankheiten, bei welchen Giftwirkungen der Bacterien sich geltend machen dürften, gehört auch die asiatische Cholera, bezüglich deren namentlich Koch [4]) die fast vergessene Vergiftungshypothese wieder aufnahm und durch Experimente zu belegen suchte. Nicati und Rietsch [5]), van Ermengem [6]) befreiten Cholerakulturflüssigkeiten mittelst Filtriren durch Asbest oder Erwärmen auf 60—70 ° von lebenden Bakterien und erhielten bei der Einspritzung der Lösungen ausgesprochene Vergiftungserscheinungen bei Thieren.

Auch an Versuchen aus den Nährlösungen, welche durchweg recht komplicirt zusammengesetzt sind, die Giftstoffe zu isoliren, hat es nicht gefehlt. Man fällte die Gemische mit Alkohol oder Salzen, extrahierte den Rückstand mit Wasser und suchte durch mehrfaches Fällen mit Alkohol oder Aether eine Reinigung zu erzielen und die „Toxine" darzustellen. Die wirksamen Substanzen in Choleraculturen sind nach Brieger und Fränkel Toxalbumine (Globuline) nach Petri [7]) Toxopeptone, nach Gamaleia [8]) aber Nucleoalbumine; die Reindarstellung der wirksamen Producte steht also noch in weitem Felde.

1) Brieger und Fränkel, Untersuchungen über Bacteriengifte. Berlin. klin. Wochenschr. 1890, Nr. 11 u. 12.

2) Buchner, Ueber pyogene Stoffe in der Bacterienzelle. Berlin. klin. Wochenschr. Nr. 30.

3) Gamaleia, De l'action des ferments solubles sur le poison diphtéri tique. C. R. des séances de la soc. de biol. 1892, 20 février.

4) Koch, Verhandlungen der Conferenz zur Erörterung der Cholerafrage 1885.

5) Nicati und Rietsch, Compt. rendus 1884, 24. Nov.

6) Van Ermengem, Bullet. de l'Acad. de médec. de belgique 1884, Nr. 12, 27. Dec.

7) Petri, Untersuchungen über die durch das Wachsthum der Cholera Bacterien entstehenden chemischen Umsetzungen. Arbeiten aus dem kaiserl. Gesundheitsamte. 1890, Bd. VI pag. 374.

8) Gamaleia, Recherches expérimentales sur les poisons du choléra. Arch. de méd. espérim. 1892, Nr. 2.

Aus besonderen Gründen, auf welche ich hier nicht näher einzugehen brauche, hat Hueppe[1]) die Aufmerksamkeit auf diejenigen Giftstoffe gelenkt, welche in Hühnereiern durch die Kommabacillen entstehen; die Versuche, solche Körper darzustellen, sind dann namentlich von Scholl weitergeführt worden. Der Weg, den man dabei eingeschlagen hat, war etwa folgender:

Theilweise mittelst Fällung des Eiweisses aus den inficirten Eiern durch Alkohol, durch Extrahieren des am Boden des Gefässes sich ansammelnden Niederschlages durch Wasser und mittelst nachheriger Bearbeitung des wässerigen Extractes mit einem Gemisch von Alkohol und Aether, theilweise mittelst Auflösung in verdünntem Aetzkali und Fällens eines Theiles des geronnenen, auf der Oberfläche des Alkohols als Flocken schwimmenden Eiweisses durch die Essigsäure, erhielt Scholl[2]) aus dem Eiweiss der durch Choleravibrionen inficirten Eier zweierlei toxische Stoffe, von denen die nach der ersten Methode gewonnenen zu den Peptonen, jene nach der zweiten Methode zu den Globulinen gehörten. Es erwiesen sich nicht nur das direct aus den mit Cholerabacterien inficirten Eiern selbst gewonnene Eiweiss, sondern auch die wässrigen Extracte und die aus diesem Eiweiss gewonnenen „Toxine" in reiner Form als den Meerschweinchen gegenüber sehr virulent. Nach der Infection von 5 ccm inficirten Eiweisses trat der Tod bei den Thieren nach Verlauf von 40 Minuten unter Erscheinungen von Apoplexie, später unter Krämpfen und starker Temperaturabnahme ein. Nach der Infection von wässerigen Extracten oder Toxinen starben die Thiere schon nach 1 bis 5 Minuten unter leichten krampfhaften Zuckungen der Glieder. Bei der Section wurden starke Injection der Gefässe des Dünndarms, oft hämorrhagisches Transsudat in der Peritonealhöhle und starke Hyperämie der Nieren beobachtet. Um diesen Effect zu erzielen, muss man 5 ccm der wässrigen Extracte oder 0,2 g „Toxin" pro 1 kg Lebendgewicht injiciren.

1) Hueppe, Ueber Giftbildung durch Bacterien und über giftige Bacterien. Berlin. klin. Wochenschr. 1892, Nr. 17.

2) Scholl, Untersuchungen über giftige Eiweisskörper bei Cholera asiatica und einigen Fäulnisprocessen. Archiv für Hygiene. Bd. XV. Heft 2. pag. 172.

Die Deutung des Vergiftungsbildes als einer Wirkung der sogenannten Choleratoxine hat manchen, wie man zugeben muss, berechtigten Einwand erfahren. Nach R. Pfeiffer's[1]) Meinung hingen die von Scholl beobachteten Wirkungen nach Einspritzung von durch Choleravibrionen verändertem Eiweiss in die Bauchhöhle von einer Schwefelwasserstoffintoxikation ab. Wenn wir auch unsererseits nicht bezweifeln, dass es so sein kann, so kann man doch aus gleichen Vergiftungsbildern keineswegs immer auf gleiche Ursachen der Vergiftung schliessen; es wäre quantitativ näher zu verfolgen gewesen, wie viel SH_2 und Sulfide bezw. Sulfhydrate in den Choleraeiern sich ansammeln können, und ob diese Menge genügt, die betreffenden Erscheinungen auszulösen.

Gruber und Wiener[2]) sind auch zu dem Schluss gelangt, dass jene Erscheinungen, die sich bei den Thieren sogleich nach der Einspritzung des inficirten Eiweissstoffes zeigten, am ehesten der Wirkung des Schwefelwasserstoffs auf den Organismus zuzuschreiben sind. Einspritzungen des Eiweisses aus den inficirten Eiern in die Bauchhöhle in der Menge von 1 bis 5 ccm riefen bei den Thieren eine schwere Erkrankung und den Tod hervor, aber nicht nach 40 Minuten, wie es bei Scholl's Experimenten der Fall war, sondern nach 6—26 Stunden, je nach der Quantität des eingespritzten Stoffes. Während des Lebens der Thiere beobachtete man gewöhnlich Temperaturabnahme, allgemeine Prostration, manchmal klonische Krämpfe, wobei die Thiere auf den Bauch oder auf die Seite fielen; bei der Section fand man trübes seröses Exsudat in der Peritonealhöhle, gelblich-weisse Auflagerungen auf der Leber und auf den Nieren, Trübung des parietalen Blattes des Peritoneums mit Hämorrhagien, Röthung und flüssigen Inhalt chymotischen Charakters im Dünndarm, Hyperämie der Nieren und Lungen, seröses Exsudat in der Pleurahöhle, ausserdem manchmal ein subcutanes Oedem und Infiltration

1) Pfeiffer, Untersuchungen über das Choleragift. Zeitschrift f. Hygiene. 1892 Bd. II, S. 393.

2) Gruber und Wiener, Cholera-Studien. Archiv für Hygiene, 1892, Bd. XV Heft III, S. 241.

der Bauchmuskeln an der Injectionsstelle. Es gelang den oben angeführten Autoren niemals, so ausgesprochene toxische Erscheinungen hervorzurufen, wie Scholl angibt, auch nicht nach Injection von nach des Letzteren Methode aus Choleravibrionenculturen in Hühnereiern zubereiteten wässerigen Extracten. Die Thiere starben immer einige Stunden nach der Injection, und nur dann, wenn man zur Injection nicht weniger als 5 ccm Flüssigkeit nahm und wenn die Extracte selbst aus einer grossen Menge von Eiern oder aus solchen, welche durch sehr virulente Sorten von Choleravibrionen inficirt worden waren. Dabei weist Gruber in einer anderen Arbeit[1]) besonders darauf hin, dass die pathologischen Erscheinungen bei den Thieren nicht sogleich nach der Injection der wässerigen Extracte, wie in Scholl's Experimenten, sondern erst nach ½ bis 1 Stunde eintraten. Nach Gruber's Meinung könnte der Unterschied in den Resultaten seiner Experimente mit wässerigen Extracten und jener Scholl's darin liegen, dass der Letztere nicht alle Maassregeln zur vollständigen Entfernung des Alkohols aus den wässerigen Extracten, der früher zum Niederschlagen des Eiweissstoffes aus den inficirten Eiern diente, getroffen hat; infolgedessen wurde die Wirkung der Choleratoxine auf die Thiere in gewissem Maasse durch die Nebenwirkung des Alkohols getrübt.[2])

Nach den gemachten Darlegungen steht also offenbar fest, dass sich in den Eiern, an welchen Choleravibrionen gewachsen sind, unter gewissen Cautelen Stoffe nachweisen lassen, welche auf Meerschweinchen giftige Wirkungen äussern.

---

1) Gruber, Weitere Mittheilungen über vermeintliche und wirkliche Choleragifte. Wien. klin. Wochenschr. Nr. 48, 1892.

2) Gruber und Wiener, die durch Cholerabacterien inficirte Eier einer Erwärmung auf 55° durch 15 Minuten unterwarfen und auf diese Weise in ihnen die Bacterien tödteten, fanden, dass das Eiweiss aus den Eiern, in einer Menge von 5 ccm den Meerschweinchen in die Bauchhöhle eingespritzt, in der Mehrzahl der Fälle, die Thiere ohne jeden Schaden die Injectionen ertragen wird. Ebenso führten, im Gegensatze zu Pfeiffer's Experimenten, die mit Thymol, Chloroform oder durch Erwärmung auf 60° binnen zehn Minuten getödteten Cholerabacterienculturen den Tod bei den Thieren nicht herbei, sondern riefen nur manchmal pathologische Erscheinungen hervor.

Ueber die Tragweite dieser Befunde kann man recht verschiedener Meinung sein; jedenfalls aber hat man noch mehrfach in ihnen den Beweis, dass die Choleravibrionen in dem menschlichen Organismus bei dem Ablauf der Cholera, wenn nicht die gleichen, so doch sehr ähnliche Gifte zu erzeugen vermöchten, erkennen wollen. Wir vermögen aber nicht zu verschweigen, dass zu einer derartigen Uebertragung der Versuchsergebnisse auf den menschlichen Choleraprocess eine grosse Reihe unentbehrlicher Voraussetzungen fehlen Greift man nur Eines heraus, so ist zunächst nicht einmal bekannt, ob die durch den Choleravibrio hervorgerufenen Spaltungen in Hühnereiern überhaupt specifischer Natur seien. Man hat es bisher verabsäumt, genauer zu prüfen, ob nicht etwa die morphologisch und biologisch nahestehenden Vibrionen an sich in der Lage sind, ähnlich wie der Choleravibrio die Eisubstanz zu zerlegen, von anderen Bacterienarten zunächst abzusehen.

Sollten derartige Experimente negativ ausfallen, d. h. sollten sie darthun, dass ausser dem Choleravibrio noch andere Keime die gleichen giftigen Spaltungsproducte liefern, so wäre damit immer noch nicht bewiesen, dass die Choleravibrionen im Darme der Menschen keine specifische toxische Wirkung auszulösen im Stande seien. Man vergisst zu häufig, dass die Studien, in denen man zur Zeit die Entstehung von Giften in Bacterienculturen ausserhalb des Körpers nachahmt, noch weit unvollkommener sind, wie z. B. die Experimente über die künstliche Verdauung ausserhalb des Organismus im Vergleich zum regelrechten Process der Verdauung im Darmkanal.

Sieht man von dem Bestreben, den Choleraprocess aus den Giftwirkungen in Bacterienculturen zu erklären, zunächst ganz ab, so bliebe es an sich nicht ohne Bedeutung, die Spaltungsproducte des Eies durch verschiedene Vibrionen kennen zu lernen. Ich habe daher auf Anregung von Prof. Rubner es unternommen, solche vergleichende Studien anzustellen.

Zu Experimenten letzterer Art wurden folgende Bacterien ausgewählt: Vibrio Metschnikowi, Bacillus Finkler-Prior, Vibrio Deneke und Vibrio aquatilis Günther.

Aus der Reihe der eben angeführten Bacterien besitzt den Thieren gegenüber pathogene Eigenschaften, wie bekannt, nur der Vibrio Metschnikowi. Aus den nicht besonders zahlreichen mit der Erforschung der pathogenen Eigenschaften des Vibrio Metschnikowi sich befassenden Arbeiten (Gamaleia[1]), Pfeiffer[2]), Wolkow[3]) kann man nach meiner Ansicht deduciren, dass im Wesentlichen zwischen den Eigenschaften der durch den Vibrio Metschnikowi und durch den Vibrio der Cholera asiatica erzeugten giftigen Producte in vielen Beziehungen eine gewisse Aehnlichkeit bemerkbar ist, und dass Culturen von Bacterien der ersteren Art im Allgemeinen den Thieren gegenüber sich als viel virulenter erweisen, als Culturen der letzteren Bacterien. Experimente mit der Cultivirung der Vibrionen Metschnikowi in Hühnereiern wurden bis jetzt von Niemandem unternommen, wenigstens nicht in der Absicht, bei dieser Art von Cultivirung deren pathogene Eigenschaften kennen zu lernen. Dasselbe kann man auch von den oben angeführten Spirillenarten sagen.

Die Culturen aller Bacterien bekam ich in dem hygienischen Institute in Berlin. Die Choleraspirillen stammten aus der letzten Cholera-Epidemie in Hamburg. Gleich alt waren auch die Culturen des von Günther[4]) zufällig im Spreewasser gefundenen Vibrio aquatilis. Die übrigen Spirillensorten wurden ziemlich lange Zeit in der Anstalt aufbewahrt und fortwährend von einem Nährboden auf den anderen übertragen.

Vor dem Beginn der Experimente überzeugte ich mich von den pathogenen Eigenschaften der Cholera- sowie der Metschnikow'schen Vibrionen. Es erwies sich, dass die Agarculturen

---

1) Gamaleia, Vaccination chimique. Annales de l'Inst. Pasteur 1889. Nr. 10.

2) Pfeiffer, Untersuchungen über das Choleragift. Zeitschr. f. Hygiene, 1892, Bd. II, S. 393.

3) Wolkow, Recherches expérimentales sur la toxicité du vibrion alvicide. Archive de médecine expérim. et d' anat. pathol. 1892, pag. 660.

4) Günther, Ueber eine neue im Wasser gefundene Kommabacillenart. Deutsche med. Wochenschr. 1892, Nr. 49.

der Choleravibrionen von 1—2tägigem Alter bei der Impfung in die Bauchhöhle der Meerschweinchen in einer Menge von zwei Oesen die letzteren tödteten, während Culturen Metschnikow-scher Vibrionen desselben Alters in einer Menge von 1—1 1/2 Oesen, eine Oese ungefähr zu 1,5 mg der Cultur gerechnet, den Tod der Thiere herbeiführten. Derselbe trat in beiden Fällen gewöhnlich 18—25 Stunden nach der Impfung unter denselben Erscheinungen, wie sie von anderen Autoren beschrieben wurden, ein. Bei den Experimenten mit Choleravibrionen konnte ich mich stets nach der Section der Thiere sowohl durch die mikroskopische Untersuchung von Ausstrichpräparaten der einzelnen Organe, als auch durch die unter den gewöhnlichen Cautelen vorgenommene Uebertragung auf verschiedenartige Nährböden von der Anwesenheit einer grössern oder geringeren Menge von Bacterien im Peritonealexsudat in der Bauchhöhle überzeugen. Je später der Tod der Thiere nach der Inficirung eintrat, in desto grösserer Menge fand man gewöhnlich die Bacterien im Blut und in den Geweben. Auch im Dünndarminhalte konnten mehrfach Bacterien nachgewiesen werden.

Eiculturen.

Zur Cultivirung der Bacterien wurden möglichst frische Eier genommen. Vor der Uebertragung wurden sie auf zwei Stunden in eine 0,1 % Sublimatlösung gelegt, sodann wiederholt mit starkem Alkohol und sterilisirtem Wasser gewaschen. Die Oeffnung im Ei wurde mit einer glühend gemachten und noch nicht vollständig kalt gewordenen Stahlnadel gemacht. Durch diese Oeffnung wurde die Cultur auf der Spitze eines Platindrahtes vom Agar in das Ei ungefähr bis zum oberen Drittel seiner Höhe übertragen. Darauf wurde die Oeffnung in der Eischale mit Siegellack oder mit einer Lösung von Schellack in Terpentinharz geschlossen und die Eier in den Thermostaten bei 37,5° C. auf eine Zeitdauer von einigen Tagen bis zu einem Monat gelegt.

Der Inhalt der durch Choleravibrionen inficirten Eier hatte nach 5—7 Tagen nach der Uebertragung ein ziemlich

charakteristisches Aussehen. Das Eiweiss nahm eine grauliche Farbe an und wurde leicht flüssig, der Dotter färbte sich in seinen oberflächlichsten Theilen graugelb, das Eiweisshäutchen nahm eine gelbrostige Färbung an und bedeckte sich mit einer zähen Schichte. Beim Eröffnen des Eies verbreitete sich ein eigenthümlicher Geruch. Im weiteren Verlauf verdünnte sich das Eiweiss immer mehr und mehr, und es zeigten sich darin kleine schmutziggelbe Flocken, der Dotter ging nach und nach in eine compacte Masse über, welche einer grünen Seife ähnlich war. Ein in eine Lösung von essigsaurem Blei eingetauchtes und über die Oeffnung im Ei gelegtes Stückchen Papier gab eine deutliche Reaction auf Schwefelwasserstoff. Nach zwei Wochen nach der Uebertragung zeigte der Inhalt der Eier die soeben beschriebenen Veränderungen in einer stark ausgesprochenen Weise. Zu dieser Zeit wurde der Druck der Gase, die sich im Innern des Eies gebildet hatten, so gross, dass in manchen Eiern der Verschluss der Oeffnung abgehoben wurde oder dass sich in der Eischale Risse bildeten. Gegen das Ende der dritten Woche oder noch früher wurde die Reaction des Eiweisses aus einer stark alkalischen zu einer schwach saueren. (Lackmusprüfung.)

Bei Anlegung von Petri'schen Schalen von diesem Eiweiss konnte man sich überzeugen, dass in jedem kleinen Tropfen, der sich an die Spitze des Platindrahtes festsetzte, sich eine grosse Menge von Choleravibrionen befand. Nach 3½—4 Wochen nach der Infection starben die Cholerabacterien in den Eiern ab, und zu dieser Zeit vorgenommene Uebertragungen des Eiweisses ergaben nicht mehr Wucherungen der Bacterien auf frischen Nährböden. In fast derselben Weise wurden die Veränderungen in Eiern, in welche Choleravibrionen übertragen wurden, auch von anderen Autoren beschrieben. Die Culturen von Metschnikow's Vibrionen in Hühnereiern glichen in Allem jenen der Choleravibrionen und unterschieden sich von letzteren nur durch die stärkere Verflüssigung des Eiweisses und durch eine andere Färbung, die eher eine schmutziggelbe als eine schmutziggraue Nuance hatte.

Bei den Experimenten mit den übrigen oben angeführten Bacterien zeigte es sich, dass sie die Fähigkeit zu einer energischen Wucherung in Hühnereiern kaum besitzen und dass sie im Inhalte der Eier keine besonders auffallenden Veränderungen verursachten. Auch die Entwickelung von Schwefelwasserstoff wurde bei keiner dieser Culturen beobachtet. Am schlechtesten gediehen in den Eiern Vibrio aquatilis und Vibrio Deneke. Das Eiweiss blieb die ganze Zeit dehnbar und nahm eine schwach graue Färbung an, ausserdem zeigte sich darin eine mässige Menge von kleinen grau gefärbten Flocken, der Dotter war verdünnt, von blassgelber Farbe. Aus jedem Tropfen vom Eiweiss entwickelte sich in Petri'schen Schalen auf gewöhnlichen Nährböden eine relativ geringe Menge von Bacterien. Viel besser wucherten in den Eiern Finkler-Prior's Spirillen. Nach 3 bis 4 Wochen nach der Impfung nahm das Eiweiss eine schmutziggelbe Färbung an, dabei änderte sich seine Consistenz nur wenig; der Dotter wurde flüssiger und mit einem gelbgrauen Häutchen umgrenzt.

Die Reinheit der Cultur wurde jedesmal (abgesehen von direct angelegten Deckglaspräparaten) mittelst Ausguss des Eiweisses auf gewöhnlichen Nährböden in Petri'schen Schalen controlirt. Aus der Totalzahl der 200 von mir unternommenen Impfungen von oben angeführten Spirillenarten in Hühnereier fand ich nur in 12 Fällen neben den geimpften Bacterien auch andere Mikroorganismen. Diese Eier mit verunreinigten Culturen wurden selbstverständlich zu den Experimenten nicht verwendet. Auch verhältnismässig selten fand ich eine Verunreinigung in frischen, durch nichts inficirten Eiern, die in den Thermostaten bei 37,5° C. auf die Dauer von 2 bis 4 Wochen behufs Experimenten gelegt wurden, von welchen später die Rede sein wird. Von 30 Eiern zeigte sich nur bei zweien eine ausgeprägte putride Zerlegung, welche im Zusammenhange stand mit der Wucherung von Bacillen, die nach dem Charakter der Wucherung auf verschiedenen Nährböden dem Proteus vulgaris ähnlich waren. Die übrigen Eier erwiesen sich vollkommen frei von Bacterien; nichts destoweniger bemerkte man im Inhalte der Eier geringe Veränderungen, und

zwar: das Eiweiss hatte eine graue Farbe[1]), der Dotter war flüssiger als in normalem Zustande und hatte eine schwachgelbe Färbung.

Was den Charakter der Wucherung der Choleravibrionen und jener von Metschnikow anlangt, so muss ich nochmals betonen, dass die durch dieselbe gesetzten Veränderungen mit sonstigen putriden Erscheinungen an Eiern nur die Schwefelwasserstoff-Entwicklung gemeinsam hatten.

Gruber[2]) trat, wie bekannt, in seiner ersten Arbeit mit der Mittheilung auf, dass man nach der bekannten von Scholl angegebenen Methode aus vollkommen frischen Eiern Producte extrahieren kann, welche bei den Thieren Intoxicationserscheinungen hervorrufen, die jenen von Scholl bei ähnlichen Experimenten mit Producten, welche aus durch Choleravibrionen inficirten Eiern gewonnen wurden, beobachteten ähnlich waren; er zeigte später[3]), dass es sich in gegebenem Falle um nichts anderes handle, als um Alkohol, der nicht leicht vollständig aus dem Eiweissniederschlage zu entfernen ist.

Controlversuche.

Es unterliegt wohl kaum einem Zweifel, dass normale Eier keine schädigende Substanz enthalten; da es sich aber zunächst um eine Prüfung der Methodik handelt, will ich einige Versuche mit normalen Eiern vorausschicken. Ich machte 12 Experimente mit Meerschweinchen, indem ich Eiweiss aus frischen Eiern und wässerige Extracte aus denselben nach Bearbeitung mit Alkohol in die Bauchhöhle einspritzte, wobei in der einen Reihe von Experimenten frische, soeben auf dem Markte gekaufte Eier verwendet wurden, in der anderen Eier, die im Thermostaten bei 37,5° C. einen Monat lang gelegen waren, und

1) Wie schon Schrank[1]) gefunden, namentlich aber Zörkendörfer am hiesigen Institut eingehend nachgewiesen hat, kommen in den Eiern als verunreinigende Bacterien nur fakultativ anaërobe vor.

1) Schrank, Untersuchungen über den im Hühnerei die stinkende Fäulnis hervorrufenden Bacillus. Medic. Jahrb. 1888, S. 303.

2) Gruber und Wiener, Cholera-Studien. Archiv f. Hygiene, 1892, Bd. XV, Heft 3, S. 241.

3) Gruber, Weitere Mittheilungen über vermeintliche und wirkliche Choleragifte, Wiener klin. Wochenschr. Nr. 48, 1892.

die durch Bacterien nicht verunreinigt waren. Bei der Anfertigung der wässerigen Extracte aus den Eiern beobachtete ich vollkommen die in Scholl's Arbeit angegebenen einfachen Anweisungen, mit dem einzigen Unterschiede, dass der nach der Bearbeitung des Eiweisses mit Alkohol erhaltene Niederschlag, um den Alkohol daraus vollständig zu entfernen, vor der Extraction einer Austrocknung im Exsiccator unterworfen wurde, wie es auch Gruber[1]) bei seinen letzten Experimenten gethan hat. Die wässerigen Extracte wurden aus 5—12 Eiern zubereitet. In keinem der vorgenommenen Experimente wurden bei den Thieren pathogene Erscheinungen beobachtet, die bald vorübergehende Parese der hinteren Extremitäten ausgenommen. Meine Experimente bestätigen also vollkommen die Ansicht, zu welcher auch Gruber zuletzt gelangt ist, dass man aus frischen Eiern keine giftigen Producte extrahieren kann.

Das Eiweiss inficirter Eier.

Wenn schon das durch das Wachsthum der Choleravibrionen veränderte Eiweiss neben den eigentlichen, nicht näher bekannten toxisch wirkenden Körpern in dem Schwefelwasserstoff[2]) oder den Sulfiden recht wirksame Stoffe enthält, auf welche die pathogene Wirkung der Choleravibrionen im Körper sicher nicht zurückgeführt werden darf, so will ich, von wesentlich anderen Gesichtspunkten ausgehend, doch kurz berichten, welche Erscheinungen den Eiweiss-Injectionen von Eiweiss, welches mit verschiedenartigen Vibrionen inficirt war, folgen.

Die Injectionen von Eiweiss aus Eiern, die durch verschiedene Spirillenarten inficirt waren, in die Bauchhöhle der Meerschweinchen wurden gemacht, nachdem die Spirillen 1 bis 2 Wochen in den Eiern cultivirt worden waren. Zur Injection wurden gewöhnlich Dosen von 1/2 bis 5 ccm Eiweiss angewendet. Diese Experimente zeigten, wie man es auch a priori erwarten

1) Gruber, Weitere Mittheilungen über vermeintliche und wirkliche Choleragifte. Wiener klin. Wochenschr. Nr. 48, 1892.

2) Mercaptan soll nach mehrfachen Prüfungen in inficirten Eiern, wie mir mitgetheilt wird, nicht vorkommen.

konnte, dass Cholera- und Metschnikow'sche Vibrionenculturen scharf ausgeprägte toxische Eigenschaften besassen, wogegen Culturen der übrigen Bacterien zwar eine Reihe pathologischer Erscheinungen hervorriefen, denen aber immer die Genesung der Thiere folgte. Die leichtesten Anfälle wurden nach der Injection des Eiweisses aus Eiern, die mit Vibrio Deneke und Vibrio aquatilis inficirt waren, beobachtet. Es zeigten sich bei den Thieren auf eine kurze Zeit paretische Erscheinungen in den hinteren Gliedmassen, ein allgemeiner Depressionszustand und eine geringe Temperaturabnahme. Nach der Injection des Eiweisses aus Eiern, die mit Finkler-Prior's Spirillen inficirt waren, hielten sich die Thiere schlecht auf den Beinen, fielen manchmal auf den Bauch, worauf nach einigen Minuten leichte krampfhafte Contracturen in den hinteren Extremitäten eintraten; diese Anfälle wurden von einer ziemlich bedeutenden Temperaturabnahme begleitet; nach ½ bis 1 Stunde waren die Thiere wieder vollkommen gesund. Nach der Injection des Eiweisses aus Eiern, die durch Cholera- und Metschnikow'sche Vibrionen inficirt waren, entwickelten sich schwerere Anfälle, und der Tod der Thiere trat in kürzerer Zeit ein, als nach der Injection derselben Bacterien, die jedoch in gewöhnlichen Nährböden cultivirt waren. In einer prägnanteren Form zeigte sich auch die Abhängigkeit der Schwere der pathologischen Erscheinungen von der Menge des in die Bauchhöhle der Thiere eingeführten Eiweisses aus den inficirten Eiern, als es bei ähnlichen Experimenten mit Bacterienculturen auf Agar der Fall war. Ausserdem bestand der Unterschied in der Wirkung dieser oder jener Culturen auch darin, dass die pathologischen Erscheinungen bei den Meerschweinchen sehr bald nach der Infection mit Eiweiss eintraten. Die Thiere wurden matt, bewegten sich nur mühsam; von Zeit zu Zeit zeigte sich bei ihnen Zittern und krampfhafte Contractionen in verschiedenen Muskelgruppen; öfters legten sich die Thiere, da sie nicht im stande waren, sich auf den Füssen zu halten, auf den Bauch. Diese Anfälle dauerten gewöhnlich gegen 15 bis 20 Minuten, nachher wurden die Thiere, wie es schien, wieder gesund und erst nach 2 bis 3 Stunden bemerkte

man in ihrem Gesundheitszustand nach und nach eine Verschlimmerung. Es zeigten sich zuerst Erscheinungen von allgemeiner Schwäche und Depression, sodann klonische Krämpfe in verschiedenen Muskelgruppen, besonders häufig in den Muskeln der hinteren Extremitäten, die gewöhnlich nicht lange dauerten; daneben zeigte sich als eine stete Erscheinung eine ziemlich bedeutende Temperaturabnahme, die bis zu 32 bis 29,5° 5 bis 6 Stunden nach der Injection des Eiweisses sank. Bei der Injection von Eiweiss in einer Menge von 5 ccm gingen die Thiere grösstentheils schon nach 5 bis 8 Stunden vom Beginn des Experimentes zu Grunde, während nach einer Injection von ½ bis 1 ccm nicht früher als 25 bis 30 Stunden der Tod eintrat. Nach der Eiweissinjection aus den durch Metschnikows'sche Vibrionen inficirten Eiern traten überhaupt schwerere Erscheinungen ein, als nach der Injection von Culturen der Choleravibrionen in Hühnereiern. Die Veränderungen, die bei der Section der Thiere constatirt wurden, übertrafen der Ausgesprochenheit und dem Entwickelungsgrade nach jene, die man bei der Infection der Thiere mit Agarculturen bemerkte. An der Injectionsstelle fand man im subcutanen Zellgewebe gewöhnlich eine Ansammlung einer ödematösen, manchmal mit Blut gemischten Flüssigkeit, im parietalen Peritonealblatte bemerkte man in der Umgebung des Stiches kleine Hämorrhagien, das Exsudat in der Bauchhöhle hatte einen serös hämorrhagischen Charakter; die Darmschlingen waren durch einen fibrösen Belag leicht verklebt. Sowohl auf dem Peritonealüberzuge des Darmes, als auch auf dem Mesenterium wurden an vielen Stellen kleine Hämorrhagien beobachtet. Bei der bacteriologischen Untersuchung der Gewebe der Bauchorgane, des Exsudates in der Peritonealhöhle und des Inhaltes im Dünndarm gelang es überall die Anwesenheit der Bacterien in desto grösserer Menge zu constatiren, je später der Tod der Thiere nach der Eiweissinjection eintrat.

Darstellung sogenannter Toxinlösungen aus dem Eiweiss.

Wie schon erwähnt, kann man aus dem Eisweiss Stoffe von kräftiger Wirkung erhalten und man hat diese Toxine genannt.

Ich will in Folgendem diesen Ausdruck beibehalten; ich muss aber hervorheben, dass ich keineswegs der Anschauung bin, als wenn wirklich unter Toxinen eine reine Substanz zu verstehen wäre. Vermuthlich ist hier das Toxin nur Substanzgemenge und bei den voluminösen Fällungen, wie sie der Alkohol in der Eisubstanz erzeugt, kann es gar nicht Wunder nehmen, wenn selbst an und für sich nicht schwer lösliche Substanzen in den Niederschlag mit hineingerissen werden.

Um aus den durch die oben angeführten Spirillenarten inficirten Eiern wässerige Extracte und Toxine zu bekommen, wurden nach Scholl's Methode die Eier vorsichtig zerschlagen und das Eiweiss sorgfältig vom Dotter getrennt. Mit den durch Cholera- und Metschnikow'sche Vibrionen inficirten Eiern gelang die Operation infolge der harten Consistenz des Dotters leicht, wogegen in den durch andere Spirillenarten inficirten Eiern die Trennung des Dotters vom Eiweiss nicht in einem so vollkommenen Grade gelang, weil der Dotter halbflüssig war und dabei leicht zerfloss. Das Eiweiss wurde in einer Schale aufgefangen und einige Minuten geschüttelt, sodann in einem Glase mit einem zehnfachen Volumen von 90—96 % Alkohol übergossen. Das sogleich sich bildende Eiweissgerinnsel wurde sorgfältig eingerührt und blieb dann im Alkohol 2—4 Stunden bei gewöhnlicher Temperatur. Hierauf wurde der Alkohol vom Eiweiss mittels einer Wasserstrahlpumpe durch ein Filtrirpapier in einem Trichter mit Platinaconus getrennt und mit Alkohol nachgewaschen. Das vom Filter gesammelte Eiweiss wurde behufs Befreiung vom Alkohol in einem Vacuum-Exsiccator getrocknet, dann in ein feines Pulver zerrieben, und in gleicher oder etwas grösserer Menge von destillirtem Wasser im Wasserbade bei 40° C. 2—4 Stunden extrahirt. Sodann wurde das Wasser, das ein trübes opalescirendes Aussehen hatte, vom Eiweiss mittels einer Wasserstrahlpumpe abfiltrirt und noch denselben Tag zu Injectionen in die Bauchhöhle der Thiere verwendet. Beim Zugiessen des Eiweisses aus den durch Cholera- und Metschnikow's Vibrionen inficirten Eiern zum Alkohol zeigten sich in diesem sogleich Gasblasen in grosser Menge, der Alkohol nahm dabei

eine gelbliche Farbe an. Die Eiweissniederschläge hatten, nachdem der Alkohol abfiltrirt war, eine schmutziggraue Farbe, der Niederschlag aus den durch Metschnikow's Vibrionen inficirten Eiern bildete zum Unterschiede vom Niederschlag aus Cholera-Eiern im Alkohol eine Art von Emulsion und war nach der Filtrirung vom letzteren viel klebriger und zäher. Die Eiweissniederschläge aus den durch Vibrio Deneke und Vibrio aquatilis inficirten Eiern unterschieden sich in ihrem Aussehen nur wenig von den Eiweissniederschlägen aus frischen Eiern. Das Eiweiss aus den durch Finkler-Prior's Spirillen inficirten Eiern hatte nach der Gerinnung eine schwach gelbe Farbe, dieselbe Farbe nahm auch der Alkohol selbst an.

Um die sogenannten „Toxine" zu erhalten, gab ich zu den wässerigen Extracten Alkohol und Aether in gleichem Volumen zu, wobei sich sogleich ein feiner gelbweisser Niederschlag bildete. Dieser Niederschlag wurde wiederholt mit Alkohol und Aether, sodann mit Aether allein bearbeitet, nachher im Vacuum-Exsiccator getrocknet und zu einem feinen Pulver zerrieben. Die „Toxine" aus den durch Cholera- und Metschnikow's Bacterien inficirten Eiern hatten eine schwach braune Farbe. Diese Toxine waren im Wasser leicht lösbar. Ihre wässerige Lösung gab eine Biuret- und Xanthoproteïn-Reaction, rothe Färbung mit Millon's Reagens; beim einfachen Sieden, auch nach Ansäuren bekam man keine Niederschläge, auch keine solchen bei der Sättigung mit schwefelsaurem Ammonium, schwefelsaurer Magnesia oder mit Chlornatrium, sowie auch bei der Bearbeitung mit Kalium ferrocyanatum und mit Essigsäure, wogegen man nach der Zugabe von Sublimat, Phosphormolybdänsäure oder Tannin einen Niederschlag erhielt, also ähnliche Reaktionen wie sie Pepton gibt.

Bei ähnlicher Bearbeitung der wässerigen Extracte aus den durch andere Spirillenarten inficirten Eiern konnte man ein ähnliches Product in irgend einer bedeutenden Menge nicht erhalten.

Zur Herstellung der wässerigen Extracte wurden bei den einzelnen Experimenten verschiedene Mengen von Eiern angewendet und zwar von 2—20, wobei die Bacterien in ihnen

auch eine verschieden lange Zeit von 1—4 Wochen cultivirt wurden.

Die Experimente ergaben, dass nur die wässerigen aus den durch Cholera- und Metschnikow's Vibrionen inficirten Eiern bereiteten Extracte vollkommen ausgeprägte Giftwirkungen erzeugten.

Auf die Injectionen von wässerigen Extracten aus den mit Vibrio Deneke und aquatilis inficirten Eiern reagirten die Meerschweinchen ganz in derselben Weise wie auf die Injectionen von Extracten aus frischen Eiern, und zwar bemerkte man bei den Thieren kurze Zeit nach der Injection in die Bauchhöhle paretische Erscheinungen in den hinteren Gliedmaassen. Nach der Injection von wässerigen Extracten aus den durch Finkler-Prior's Spirillen inficirten Eiern beobachtete man bei den Thieren schnell vorübergehende Excitationserscheinungen, Zittern des ganzen Leibes, fibrilläre Contractionen in einzelnen Muskeln und manchmal Krämpfe in den hinteren Extremitäten.

Mit den wässerigen Extracten aus den durch Cholera- und Metschnikow's Vibrionen inficirten Eiern unternahm ich im Ganzen 40 Experimente, je 20 Experimente mit jeder Bacterienart. Wegen der besseren Uebersicht der von mir erhaltenen Resultate werde ich einige Daten der Experimente in Tabellenform anführen.

Nr. des Experimentes	Das Gewicht der Thiere in g	Das Alter der Bacteriencultur im Ei	Die Menge von Eiern, die zum wässerigen Extract verwendet wurden	Die Menge des injicirten wässerigen Extractes in ccm	Der Ausgang des Experimentes (Genesung = 0, Tod = †)	Bemerkungen
I. Experimente mit wässerigen Extracten aus den durch Choleravibrionen inficirten Eiern.						
1.	410	1 Woche	5	2	0	Beim 1. Experimente wurden bedeutend schwächere pathologische Veränderungen beobachtet als beim 2. u. 3.
2.	360	$2^1/_2$ »	10	2	0	
3.	350	$2^1/_2$ »	10	2	0	
4.	380	4 »	20	2	† 22 Std.	Nach 2 Stunden vom Anfang des Experimentes: um 12h mittags T . . 38,8° C. » 2 » nachm. T 38,5 » 4 » » » 38,1 » 6 » abends » 37,3 » 8 » » 36,9 » 8 » früh 36,7 » 9 » » 36,2

Nr. des Experimentes	Das Gewicht der Thiere in g	Das Alter der Bacteriencultur im Ei	Die Menge von Eiern, die zum wässerigen Extract verwendet wurden	Die Menge des injicirten wässerigen Extractes in ccm	Der Ausgang des Experimentes (Genesung = 0, Tod = †)	Bemerkungen
5.	420	4 Wochen	20	2	† 20 Std.	2 Stunden vor dem Tode Krämpfe von klonischem Charakter in den Muskeln der Gliedmaassen.
6.	390	1 »	2	5	0	Die schwersten pathologischen Erscheinungen wurden beim achten Experimente beobachtet.
7.	440	1 »	2	5	0	
8.	410	4 »	2	5	0	
9.	370	$1^1/_2$ »	5	5	† 19 Std.	Im Vordergrunde waren Erscheinungen allgemeiner Prostration und allmählige Temperaturabnahme.
10.	390	$1^1/_2$ »	5	5	† 17 »	
11.	420	2 »	10	5	† 14 »	Die pathol. Erscheinungen fingen mit Krämpfen in den hinteren Extremitäten und im Unterkiefer an.
12.	430	$2^1/_2$ »	20	5	† 10 »	Lange andauernde und heftige Krämpfe 2 Stunden nach dem Beginn des Experimentes: um 12h mittags T... 38,2° C. » 2 » nachm. » .. 37,8 » 4 » » » . 37,1 » 6 » abends » .. 36,9 » 8 » » » ... 36,3
13.	375	3 »	5	5	† 16 »	$1^1/_2$ Stunden vor dem Tode Krämpfe in den hinteren Extremitäten.
14.	390	3 »	5	5	† 14 »	
15.	360	4 »	5	5	† 14 »	
16.	380	4 »	5	5	† 12 »	
17.	320	4 »	5	5	† 13 »	
18.	350	4 »	5	5	† 12 »	
19.	370	4 »	10	5	† 8 »	Starke Krämpfe in verschiedenen Muskelgruppen.
20.	385	4 »	10	5	† 9 »	

II. Experimente mit wässerigen Extracten aus den mit Metschnikow's Vibrionen inficirten Eiern.

1.	320	1 Woche	5	2	0	Alle 3 Meerschweinchen zeigten sich schwer krank, besonders Nr. 2 und 3.
2.	415	$2^1/_2$ »	10	2	0	
3.	420	$2^1/_2$ »	10	2	0	
4.	315	4 »	20	2	† 16 Std.	Länger andauernde Krämpfe in den Muskeln der Extremitäten. Beim Meerschweinchen Nr. 5 2 Stunden nach dem Beginn des Experimentes: um 12h mittags T . . 38,2° C. » 2 » nachm. » — 37,9 » 4 » » » — 37,8 » 6 » abends » — 37,4 » 8 » » » — 37,1
5.	305	4 »	20	2	† 15 »	

Nr. des Experimentes	Das Gewicht der Thiere in g	Das Alter der Bacteriencultur im Ei	Die Menge von Eiern, die zum wässerigen Extract verwendet wurden	Die Menge des injicirten wässerigen Extractes in ccm	Der Ausgang des Experimentes (Genesung = 0, Tod = †)	Bemerkungen
6.	370	1 Woche	2	5	0	Bei allen Meerschweinchen, besonders bei dem letzten wurden vollkommen ausgeprägte Anfälle beobachtet.
7.	290	1 »	2	5	0	
8.	250	4 »	2	5	0	
9.	340	1¹/₂ »	5	5	† 12 Std.	Längerandauernde Krämpfe in den Muskeln der hinteren Extremitäten und des Unterkiefers.
10.	370	1¹/₂ »	5	5	† 13 »	
11.	360	2 »	10	5	† 9 »	2 Stunden nach Beginn des Experimentes: um 1ʰ Nachm. T... 38,0° C. » 3 » » » — 37,2 » 5 » » » — 36,8 » 6 » » » — 36,1
12.	320	2¹/₂ »	20	5	† 8 »	
13.	290	3 »	5	5	† 14 »	
14.	320	3 »	5	5	† 15 »	
15.	375	4 »	5	5	† 12 »	
16.	415	4 »	5	5	† 14 »	
17.	410	4 »	5	5	† 16 »	
18.	395	4 »	5	5	† 14 »	
19.	440	4 »	10	5	† 6 »	Starke Krämpfe in allen Muskeln des Körpers.
20.	430	4 »	10	5	† 7 »	

Die Injectionen der wässerigen Extracte aus den mit Cholera- und Metschnikow's Vibrionen inficirten Eiern verursachten, wie aus den Experimenten hervorgeht, einander sehr ähnliche Erscheinungen. Der Unterschied bestand hauptsächlich darin, dass nach der Injection der wässerigen Extracte aus den durch Metschnikow's Vibrionen inficirten Eiern schwerere Erscheinungen und in kürzerer Zeit eingetreten sind, als nach der Injection der wässerigen Extracte aus den durch Choleravibrionen inficirten Eiern. In überwiegender Mehrheit der Fälle beobachtete man gleich nach der Injection der wässerigen Extracte beider Arten keine besonderen pathologischen Erscheinungen, eine schnell vorübergehende Parese der hinteren Extremitäten und ein allgemeines Unwohlsein ausgenommen. Diese Erscheinungen verschwanden in 10 bis 15 Minuten und die Thiere schienen vollkommen gesund. Wenn jedoch die Dosis des injicirten wässerigen Extractes eine genügend grosse war, entwickelten sich bei den

Thieren in 1/4 bis 1 Stunde nach und nach schwere Erkrankungserscheinungen, die mit einer sehr langsamen Genesung endeten oder zum Tode führten. Die Meerschweinchen wurden faul, liefen bei der Berührung nicht davon, das Haar wurde struppig, nach und nach zeigte sich eine zunehmende Schwäche, wobei auch die Temperatur allmählich sank, sehr oft wurden Krämpfe von klonischem Charakter in verschiedenen Muskelgruppen beobachtet, besonders nach der Injection der wässerigen Extracte aus den durch Metschnikow's Vibrionen inficirten Eiern; die Krämpfe zeigten sich grösstenteils im Anfange der pathologischen Erscheinungen; zuletzt trat bei den Thieren derartige Schwäche ein, dass sie sich nur mit Mühe halten konnten und gewöhnlich auf den Bauch fielen. Bei der Section fand man folgende Veränderungen: Exudaterguss in die Bauchhöhle, starke Injection der Blutgefässe im Dünndarm, kleine Hämorrhagien in den Darmwänden und im Mesenterium, Hyperaemie der Nieren; bei der Injection der wässerigen Extracte aus den durch Metschnikow's Vibrionen inficirten Eiern hatte das Exsudat in der Bauchhöhle einen blutigen Charakter. Die in den Tabellen angeführten Daten erlauben uns anzunehmen, dass, je mehr Eier zur Anfertigung der wässerigen Extracte verwendet wurden, desto prägnanter und stärker sich die Wirkung der letzteren auf die Thiere erwies. Das Alter der Bacteriencultur in den Eiern blieb auch nicht ohne Einfluss auf den Grad der Symptome, die sich bei den Meerschweinchen nach der Injection der wässerigen Extracte in die Bauchhöhle zeigten; je älter die Culturen in den Eiern waren, desto virulenter erwiesen sich die daraus erhaltenen wässerigen Extracte.

Indem wir die pathologischen Erscheinungen vergleichen, welche sich bei den Meerschweinchen nach der Injection in die Bauchhöhle von Eiweiss aus den durch Choleravibrionen inficirten Eiern einerseits — und nach der Injection von wässerigen aus diesem Eiweiss erzeugten Extracte andererseits — entwickelten, bemerken wir sogleich in der Wirkung der beiden virulenten Substanzen den grossen Unterschied, dass im ersten Falle die pathologischen Erscheinungen, wie schon oben erwähnt wurde,

sogleich nach der Injection eintraten, während im zweiten Falle dasselbe erst nach einer längeren Zeit beobachtet wurde. In dieser Hinsicht befinden sich die Resultate meiner Experimente im Einklang mit den Resultaten Gruber's.

Vergleichende Versuche mit den gereinigten „Toxinen".

Das aus dem wässerigen Extract der Eiweisssubstanz mit Alkohol und Aether gefällte, Giftstoffe einschliessende Substanzgemenge (Toxine) wurde zu den Experimenten von mir zuerst abgewogen, sodann in abgemessener Menge in Wasser aufgelöst; aus dieser ursprünglichen Lösung wurden neuerdings Verdünnungen hergestellt, und erst von diesen nahm ich einige ccm (1 bis 5) zur Injection in die Bauchhöhle der Meerschweinchen. Da das Gewicht der Thiere dabei schon im Voraus bestimmt wurde, konnte ich auf diese Weise leicht die Menge des wirksamen Substanzgemenges auf ein kg des Thieres berechnen. Mit den aus den durch Cholera- und Metschnikow's Vibrionen inficirten Eiern gewonnenen »Toxinen« unternahm ich je 20 Experimente, wobei die zu den Experimenten angewendeten Mengen von »Toxinen« immer variirten. Bei der Injection der beiden Arten von Toxinen in die Bauchhöhle der Meerschweinchen beobachtete man bei den letzteren dieselben Erscheinungen, wie bei der Infection mit wässerigen Extracten, nur mit dem Unterschiede, dass sich die pathologischen Anfälle bald nach der Injection, nach 5 bis 10 Minuten, entwickelten, wenn nicht allzu kleine Dosen von »Toxinen« genommen wurden. Die aus den durch Metschnikow's Vibrionen inficirten Eiern gewonnenen »Toxine« wirkten viel stärker als das Choleragift. Die ersteren wirkten bei der Injection in einer Menge von 0,3 g tödtend, die letzteren in einer Menge von 0,5 g auf ein kg des Thieres. Der Tod der Thiere trat gewöhnlich 4 bis 10 Stunden nach der Injection ein. Weil die Experimente einander sehr ähnlich waren, so beschränke ich mich darauf, nur einige davon anzuführen.

Experiment Nr. 6: Meerschweinchen im Gewichte von 390 g. In die Bauchhöhle wurden 2 ccm einer Lösung injicirt, die 0,12 g Trockensubstanz enthielt, die aus den durch Metschnikow's Vibrionen inficirten Eiern gewonnen wurde. Nach fünf Minuten stellten sich krampfhafte Zuckungen in

den hinteren Extremitäten und im Unterkiefer ein, die ungefähr 1/4 Stunde dauerten. Hierauf wurde das Thier sehr schwach, die Temperatur sank eine Stunde nach dem Beginn des Experimentes allmählich. Vier Stunden nach dem Beginn des Experimentes starb das Thier. Bei der Section wurden gefunden: eine geringe Menge von serösem Exsudat in der Bauchhöhle, kleine Haemorrhagien auf der serösen Oberfläche des Darmes und auf dem Mesenterium, starke Injection der Gefässe des Dünndarms, Hyperaemie der Nieren.

Experiment Nr. 13: Meerschweinchen im Gewichte von 410 g. In die Bauchhöhle wurde 1 ccm Lösung injicirt, welche 0,12 g desselben Toxins enthielt. Nach zehn Minuten wurde das Thier sehr matt, nach 1/4 Stunde begannen Krämpfe in den Muskeln der Extremitäten und allmähliche Temperaturabnahme. Der Tod trat sechs Stunden nach dem Beginn des Experimentes ein. Bei der Section fand man dieselben Veränderungen, wie im vorhergehenden Falle.

Experiment Nr. 20: Dem Meerschweinchen, das ein Gewicht von 440 g hatte, wurden in die Bauchhöhle 3 ccm Lösung injicirt, welche 0,13 g desselben Toxins enthielt. Nach fünf Minuten fing das Thier an, im Käfig unruhig zu werden, dann folgten Krämpfe in den Muskeln der hinteren Extremitäten und des Unterkiefers. Zwei Stunden nach dem Beginn des Experimentes sank die Temperatur um 2,8 ° C. Der Tod trat vier Stunden nach dem Beginn des Experimentes unter Erscheinungen einer allgemeinen Prostration ein. Bei der Section wiederum dieselben Veränderungen, wie in den zwei vorhergehenden Fällen.

Experiment Nr. 28: Dem Meerschweinchen, das ein Gewicht von 350 g hatte, wurden in die Bauchhöhle 2 ccm Lösung injicirt, die 0,17 g Toxins enthielt, welches aus den durch Choleravibrionen inficirten Eiern gewonnen wurde. Nach zehn Minuten zeigte sich Zittern in verschiedenen Muskeln des Körpers, später Krämpfe, die jedoch nicht lange dauerten. Die Temperatur fing eine Stunde nach dem Beginn des Experimentes an, allmählich zu sinken. Der Tod trat unter Erscheinungen allgemeiner Schwächezunahme fünf Stunden nach dem Beginn des Experimentes ein. Bei der Section wurde gefunden: eine geringe Menge von serösem Exsudat in der Bauchhöhle, Injection der Dünndarmgefässe, Hyperaemie der Nieren.

Experiment Nr. 32: Dem Meerschweinchen, das ein Gewicht von 340 g hatte, wurden in die Bauchhöhle 3 ccm Lösung injicirt, die 0,17 g Choleratoxins enthielten. Die pathologischen Erscheinungen begannen zehn Minuten nach der Injection und bestanden aus zeitweilig eintretenden krampfhaften Zuckungen in den Muskeln der hinteren Extremitäten und des Unterkiefers, in Temperaturabnahme und allgemeiner Schwächezunahme. Der Tod trat sechs Stunden nach dem Beginn des Experimentes ein. Bei der Section wiederum dieselben Veränderungen, wie im vorhergehenden Falle.

Experiment Nr. 40: Dem Meerschweinchen, das ein Gewicht von 430 g hatte, wurden 1,5 ccm Lösung injicirt, die 0,22 g Choleratoxin enthielten. Nach fünf Minuten zeigte sich Zittern im ganzen Leibe, dann Krämpfe in einzelnen Muskeln, die in 1/4 Stunde wieder aufhörten. Der Tod trat 5 1/2 Stunden nach dem Beginn des Experimentes unter Erscheinungen einer

allmählichen Temperaturabnahme und Schwächezunahme ein. Bei der Section dieselben Veränderungen, wie in beiden vorhergehenden Fällen.

Die von mir untersuchten Vibrionen zeigen also, wenn sie unter vergleichbaren Verhältnissen auf Eiern gezüchtet werden, kein völlig übereinstimmendes Verhalten. Die Vibrionen der Cholera asiatica, Metschnikoff und Finkler Prior lassen offenbar ähnliche wirksame Substanzen entstehen, während Deneke und Vibrio aquatilis offenbar sehr wenig[1]) von giftigen Producten liefern.

Wie in vielen anderen Fällen bleibt aber zunächst der Einwand, dass vielleicht die Wachsthumsmenge der beiden letztgenannten Vibrionen auf Eiern eine geringere ist als bei den erstgenannten, aber immerhin hätten sich doch bei der reichlichen Anwendung von Material wenigstens einige Symptome bei den Thieren zeigen müssen, nachdem so lange Zeit für das Wachsthum gelassen war.

Combinirte Culturen.

In der allerletzten Zeit erschien eine Mittheilung, welche an der Entstehung des Choleraprocesses des Menschen mehrere Bacterien betheiligt sein lässt. Nencki und seine Schüler Blachstein[2]), Schoubenko, Zumft[3]) sind Repräsentanten dieser Theorie.

Ich unternahm es, einige Experimente mit der Injicirung von gemischten Culturen der Choleravibrionen und des Bacterium coli commune in Hühnereiern in die Bauchhöhle der Thiere vorzunehmen. Die letztere Bacterienart wurde deshalb ausgewählt, weil sie in grosser Menge sowohl beim gewöhnlichen Durchfall als auch gelegentlich bei echten Cholerafällen gefunden wurden.

Die vorläufigen Experimente mit den Culturen von Bacterium coli commune sowohl auf gewöhnlichen Nährböden als auch in

1) Eine Ursache für das geringe Wachsthum des aquatilis lag offenbar in der Höhe der angewendeten Temperatur. Er vermochte alsbald nach seiner Züchtung aus Wasser die Brutwärme nur schlecht zu ertragen; jetzt nachdem er viele Generationen im Laboratorium fortgezüchtet, scheint er hohe Temperaturen sehr gut zu ertragen.

2) Blachstein und Schubenko, Ref. Centralbl. für Bact. 1893, Nr. 13.

3) Blachstein und Zumft, Archives des Sciences biologiques de l'Institut de médec. expér. à St. Pétersbourg. Bd. II, H. I, pag. 94.

Hühnereiern zeigten, dass die mir zur Verfügung stehenden Culturen den Meerschweinchen gegenüber virulent waren.

Die Experimente mit gleichzeitiger Cultivirung der Choleravibrionen und des Bacterium coli commue in Hühnereiern wurden so angestellt, dass die Eier zuerst durch Bacterium coli commune und erst nach 2—3 Wochen durch die Choleravibrionen inficirt wurden. In den Eiern, welche nur durch die Culturen von Bacterium coli commune allein inficirt waren und nachher 2—3 Wochen lang im Thermostaten bei einer steten Temperatur von 37,5° C. verblieben, bemerkte man folgende Veränderungen: Das Eiweiss war grauweiss gefärbt, hatte eine zähe Consistenz und enthielt eine bedeutende Menge von kleinen grauen Flocken; der Dotter war flüssig, blassgelb; dabei beobachtete man keine Veränderung der Reaction des Eiweisses, sowie auch keine Entwickelung von Schwefelwasserstoff. Nach der Inficirung derselben Eier mit Choleravibrionen nahm der Inhalt der Eier in zwei Wochen fast dasselbe Aussehen an, wie nach der Uebertragung von Choleravibrionen allein, nur mit dem Unterschiede, dass das Eiweiss im ersteren Falle schwarzgrau wurde und die Eier selbst nach der Eröffnung einen stärkeren Geruch nach Schwefelwasserstoff verbreiteten, als im zweiten Falle. Beim Ausgiessen des Eiweisses aus den auf solche Art inficirten Eiern in Petri'schen Schalen entwickelte sich immer eine grosse Menge von Colonien der Choleravibrionen und eine relativ bedeutend kleinere Menge von Colonien des Bacterium coli commune. Mit den gemischten Culturen der soeben erwähnten Bacterien in Hühnereiern unternahm ich 20 Experimente, wobei in einer Reihe derselben das Eiweiss direct aus den inficirten Eiern in die Bauchhöhle der Meerschweinchen, in einer anderen Reihe wässerige Extracte und die aus den letzteren nach der angegebenen Methode gewonnenen Toxine injicirt wurden. Bei allen diesen Experimenten bekam ich dieselben Resultate, wie bei ähnlichen Experimenten mit Culturen von Choleravibrionen in Hühnereiern allein.

Beitrag zur Kenntnis der im Flusswasser vorkommenden Vibrionenarten.[1]

Von

Stabsarzt Dr. E. Wernicke,
Assistenten am Institut.

(Aus dem hygienischen Institute der Universität Berlin.)

Die zahlreichen Untersuchungen,[2] welche im Laufe der letzten zwei Jahre auf den Nachweis von Vibrionen im Wasser gerichtet gewesen sind, haben uns einerseits darüber Aufschluss gegeben, dass zu Cholerazeiten die Erreger der asiatischen Cholera, die Koch'schen Kommabacillen, in grosser Verbreitung im Flusswasser vorhanden sein können und vorhanden sind, und andererseits haben uns dieselben mit einem ganzen Heer von Vibrionenarten bekannt gemacht, von welchen mehrere dem Koch'schen Kommabacillus in morphologischer und biologischer Beziehung so ähnlich sind, dass die bacteriologische Differentialdiagnose zwischen ihnen und dem genuinen Erreger der Cholera ausserordentliche Schwierigkeiten bietet, während andere von den neu gefundenen Vibrionenarten ohne Weiteres von den Choleravibrionen unterschieden werden können.

---

1) Eingesendet an die Redaction am 20. Mai 1894.

2) Vergl. namentlich die bekannten Veröffentlichungen von R. Koch, die umfassenden Untersuchungen von Dunbar, weiterhin die Arbeiten von Biernacki, Blachstein, Bonhoff, Bujwid, van Ermengem, Fischer, Fokker, Fränkel, Günther, Heider, Kiessling, Löffler, Lubarsch, Mendoza, Neisser, Rénon, Rubner, Russel, Sanarelli, Spronk, Weibel.

Die Beziehungen aufzudecken, in welchen etwa viele dieser morphologisch verwandten Arten zum Cholerabacillus und zur Erzeugung des Choleraprocesses stehen, ist bisher noch nicht möglich gewesen, und bleibt es weiteren Untersuchungen vorbehalten, uns darüber Aufschluss zu geben.

Der Versuch, Vibrionen in einem Oberflächenwasser nachzuweisen, namentlich wenn dasselbe stark verunreinigt ist, wird nach dem seit der Koch'schen Veröffentlichung für den Nachweis der Choleravibrionen im Wasser angegebenen Verfahren in vielen Fällen von Erfolg begleitet sein, da einmal Vibrionenarten im Wasser viel mehr verbreitet sind, als man früher wusste, und dann die meisten Vibrionen bei dem »Anreicherungsverfahren« sich ähnlich zu verhalten scheinen als der Choleravibrio. Und so wird denn jeder bacteriologische Untersucher, der sich seit vorigen Sommer nach diesem Anreicherungsverfahren mit dem Nachweis von Vibrionen im Wasser eingehender beschäftigt hat, Vibrionenarten haben auffinden können.

Bei der Untersuchung des Wassers des hiesigen Nordhafens im August und September vorigen Jahres fand ich sechs von einander verschiedene Vibrionenarten, deren weitere Verfolgung mir damals nicht besonders wichtig erschien, da sie in ihren Colonien in der Gelatineplatte denen des Choleravibrio nicht ähnlich waren. Vier Arten derselben verflüssigten die Gelatine nicht, und bei allen ergab die Prüfung auf die Cholerarothreaction ein negatives Resultat. Eine Art zeichnete sich dadurch besonders aus, dass die, die Gelatine erst nach längerer Zeit erweichenden Colonien nach 4 Tagen fast fingernagelgross geworden waren. Dabei zeigten die weissliche, schön irisirende Auflagerungen auf der Platte darstellenden Colonien eine prächtige Weinblattform. Fig. 1 zeigt die photographische Aufnahme einer solchen Colonie bei 20facher Vergrösserung.

Bei den weiteren, gelegentlichen Untersuchungen von Wässern, die dem hygienischen Institute von ausserhalb zur Untersuchung zugesendet wurden, und mit deren Untersuchung der Director des hygienischen Institutes, Herr Professor Rubner, die Güte hatte, mich zu beauftragen, wurde wie natürlich auch stets der

Nachweis von Vibrionen versucht. Bei zwei von den untersuchten Wässern wurden drei Vibrionenarten gefunden, deren nähere Beschreibung im Nachstehenden folgen soll.

Die eine Wasserprobe, welche am 15. October 1893 dem hygienischen Institut zuging, war vom Herrn Sanitätsrath Dr. Hanstein am 13. October in Wittenberge aus der Elbe in wohlsterilisirten Flaschen entnommen zu einer Zeit, in welcher Cholerafälle daselbst vorkamen. Vier von den in der Zeit vom 9. bis 26. October in Wittenberge beobachteten Fällen waren nach den Angaben des genannten Herrn Einsenders mit Sicherheit auf den Genuss von Elbwasser zurückzuführen. Auch Dejectionen von diesen Kranken wurden in der Zeit vom 10. October bis 20. October dem Institut übersandt, so dass es für uns vom höchsten Interesse war, die Choleravibrionen, welche mit grösster Leichtigkeit aus diesen Dejectionen in Reincultur erhalten werden konnten, in dem Wasser nachzuweisen, dessen Genuss die Ursache für die Choleraerkrankungen abgegeben haben sollte. Namentlich in dem einen Fall aus Wittenberge (Fall St.) fanden die Cholerabacillen in dem übersandten Stuhl sich in Reincultur; die mikroskopischen Präparate zeigten die Kommabacillen in der von Koch beschriebenen, bekannten Anordnung. Die aus diesem Falle reingezüchteten Choleravibrionen verhielten sich in ihrem Wachsthum in den Colonien und auf den künstlichen Nährböden typisch; nur war von Anfang an auffällig, dass ihre Virulenz für Meerschweinchen nicht besonders gross war, da eine Oese frischer Agarcultur (1,5 mg)[1]), in 1 ccm sterilisirter Bouillon vertheilt, nicht genügte, um bei intraabdomineller Injection den Tod bei Thieren von 300 bis 350 g Körpergewicht herbeizuführen, sondern meist 4 und 5 Oesen hierzu erforderlich waren. Vielfach angestellte Versuche bestätigten das gleich Anfangs auffallende Resultat. Bei dieser grösseren Dosis traten dann aber die von Pfeiffer beschriebenen charakteristischen Vergiftungssymptome auf, denen in 20 bis 30 Stunden der exitus letalis folgte. Bei der Section zeigten sich die charakteristischen Veränderungen in der Bauchhöhle.

---

1) Koch, Zeitschrift für Hygiene, Bd. XIV und Pfeiffer, daselbst, Bd. XI und XIV.

Bei der Untersuchung des Elbwassers aus Wittenberge[1]) wurden nun zwei Vibrionenarten isolirt, welche von den aus dem Wittenberger Cholerafall St. reingezüchteten Cholerabacterien, sich bei der vergleichenden Untersuchung als wohlunterscheidbar darstellten, obwohl sie bei oberflächlicher Betrachtung als cholera-ähnlich imponiren konnten. Bei der vergleichenden Untersuchung der beiden Wasservibrionen mit dem Choleravibrio Fall St. wurden stets genau die gleichen Untersuchungsbedingungen bezüglich der Nährböden, der Temperatur, der Zeit, der Versuchsthiere u. s. w. beobachtet.

Als Namen für die neuen Vibrionen wähle ich Elbvibrio I und II, und um dieselben von vornherein zu charakterisiren und ihre Hauptunterscheidungsmerkmale von dem Choleravibrio Fall St. hervorzuheben, sei angegeben, dass der Elbvibrio I im gefärbtem Präparate fast die doppelte Grösse des Choleravibrio besitzt, eine eigenthümliche Cholerarothreaction zeigt, anders geartete Colonien in der Gelatineplatte bildet und nur für Meerschweinchen eine sehr geringe Virulenz besitzt, während Elbvibrio II, erheblich kleiner als Cholera Fall St., sich durch seine Colonienbildung in der Gelatineplatte und die enorme Virulenz gegenüber von Kaninchen, Tauben, Meerschweinchen, grauen und weissen Mäusen als besondere Art documentirt.

Was im Speciellen den Gang und die Art der Untersuchung betrifft, welche bei dem Elbwasser aus Wittenberge befolgt wurde, so wurden alsbald nach Empfang der am 13. October gefüllten Flaschen am 15. October dieselben unter sterilen Cautelen eröffnet und darauf je 90 ccm des Wassers mit sterilisirter Pipette in Erlenmeyer'sche Kölbchen mit besonders breitem Boden gefüllt. Dann fügte man zu jedem der Kölbchen 10 ccm einer 10%igen

1) Prof. Dr. Dunbar gibt in seiner 1894 erschienenen umfassenden Arbeit, »Versuch zum Nachweis von Choleravibrionen im Flusswasser« an (Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte, Bd. IX, 2, S. 386 u. S. 393), dass er am 8. VIII. und am 30. IX. 93 in der Elbe bei Wittenberge inconstant phosphorescirende, choleraähnliche Vibrionen gefunden habe; ob unsere Vibrionen die gleichen sind, wie die von Prof. Dunbar erwähnten, kann nicht entschieden werden, da eine genauere Beschreibung der Befunde von Dunbar noch nicht erfolgt ist. Phosphorescenz konnte bei unseren Vibrionen nicht beobachtet werden.

Pepton- und 10%igen Kochsalzlösung hinzu, welche in dieser Menge abgefüllt nach sorgfältiger Sterilisation in mit Wattepfropf verschlossenen Reagenzgläsern vorräthig gehalten wurde. Dann wurden die Kölbchen, die somit den Zusatz von 1% Pepton und 1% Kochsalz erhalten hatten, in den Brütschrank, dessen Temperatur 37° zeigte, gebracht. Bei der nun folgenden mikroskopischen Untersuchung der oberflächlichen Flüssigkeitsschichten der Kölbchen nach 8 und 20 Stunden waren nur ganz vereinzelte Kommaformen nachweisbar. Es wurde daher am 16. October durch Ueberimpfung mehrerer Platinösen der oberflächlichen Schicht der Kölbchen in Reagenzröhrchen mit 1%iger Pepton- und 1%iger Kochsalzlösung eine zweite Anreicherung angelegt, und dieselbe nach 20 Stunden Aufenthalt im Brütschrank untersucht. Jetzt zeigten sich in mikroskopischen Präparaten des feinen Oberflächenhäutchens dieser zweiten Anreicherung zahlreichere Kommaformen. Sofort wurden nun Agarschalenplatten mit einer kleinen Oese dieser Anreicherung bestrichen und zwei Serien von Gelatineplatten gegossen. Die Agarschalenplatten kamen, wie die Vorschrift lautet, in den Brütschrank bei 37° und die Gelatineplatten in einen auf 21° C stehenden Brütschrank. Am 17. October waren auf den Agarschalen zahlreiche isolirt stehende Colonien gewachsen, leider wies die mikroskopische Untersuchung dieser Colonien keine Kommabacillen nach. Die meisten Colonien bestanden aus grossen Coccen und viele andere aus einer Stäbchenart, die mir früher und später vielfach bei Wasseruntersuchungen begegnet ist, wenn von den Anreicherungen der zu untersuchenden Wasserproben Agarschalenplatten bestrichen und in den Brütschrank gebracht wurden. Auf den Gelatineplatten waren Colonien der mannigfachsten Art gewachsen, unter denen sich auch zahlreich »choleraähnliche« befanden. Von den sehr dicht stehenden Colonien auf der Originalplatte wurden, da ein »Fischen« nicht möglich war, Klatschpräparate angefertigt, in welchen mehrere der abgeklatschten Colonien als aus Kommabacillen bestehend sich erwiesen. Es fiel hier schon auf, dass man grosse und kleine Kommabacillen fand, welche die verschiedenen, aus Kommabacillen bestehenden abgeklatschten Colonien zusammen-

setzten. — Da also in den Anreicherungen Kommabacillen waren, die in den Gelatineplatten gewachsen waren, so musste die Isolirung derselben anscheinend durch sorgfältige Untersuchung der auf den Platten I und II vereinzelt stehenden Colonien gelingen. Doch zeigte es sich auch hier beim Fischen und bei der mikroskopischen Untersuchung, soviel man auch »cholera-ähnliche« Colonien untersuchte, dass Colonien, aus Kommabacillen bestehend, nicht vorhanden waren. Um nun die einmal gesehenen Vibrionen nicht zu verlieren, wurde auf die Originalplatte zurückgegriffen mit der Platinnadel dort, wo die Klatschpräparate Colonien, aus Kommabacillen bestehend, nachgewiesen hatten, die Gelatine der Originalplatte verrieben und mit diesem Gelatinebrei sofort sowohl eine neue Anreicherung in Peptonwasser angelegt, als auch eine neue Gelatineplattenserie gegossen. Auf der letzteren sowohl, wie aus den mit der 3. Anreicherung nach entsprechender Zeit angelegten Gelatineplatten konnten nun die beiden oben erwähnten Vibrionenarten leicht isolirt werden, da alle Platten fast nur aus Kommabacillen bestehende Colonien aufwiesen. Herrn Dr. Marx, welcher im vorigen September und October unter meiner Leitung vielfach mit der Untersuchung von Choleradejectionen und Wasseruntersuchungen sich beschäftigte und mich auch bei der Untersuchung des Havelwassers bestens unterstützte, danke ich auch an dieser Stelle für seine Bemühungen.

Den Gang dieser Untersuchung habe ich deshalb genauer geschildert, weil der Nachweis der Vibrionen schwieriger wie sonst war. Vermuthlich waren beim Schöpfen des Wassers die Vibrionen recht zahlreich im Elbwasser vorhanden gewesen, waren aber in den 48 Stunden, die verstrichen, bis das Wasser zur Untersuchung in meine Hände gelangte, durch andere Bacterien überwuchert worden, so dass nur noch einige wenige Exemplare vorhanden waren. Gewiss wäre der Nachweis von Vibrionen im Elbwasser bei der Untersuchung an Ort und Stelle ein sehr viel leichterer gewesen, und vielleicht hätte man dann auch noch Vibrionen im Wasser aufgefunden, die den aus dem Darm der Cholerakranken in Wittenberge isolirten Vibrionen in allen

Stücken geglichen hätten, also Cholerabacillen. — Ich verfehle nicht, auf die Wichtigkeit der frühzeitigen Anfertigung von Klatschpräparaten hinzuweisen, die uns in diesem Falle auf die Anwesenheit der Vibrionen in den Gelatineplatten aufmerksam gemacht hatten.

Bei der Untersuchung des in den Flaschen noch verbliebenen Elbwassers am 23. November und am 14. Dezember wurden trotz sorgfältigen Suchens irgend welche Vibrionen nicht mehr gefunden.

Es ist von mehreren Untersuchern schon hervorgehoben, dass im Wasser Bacterienarten vorhanden sind, die bei ihrem Wachsthum auf den Gelatineplatten choleraähnliche Colonien bilden, ohne dass diese Arten die Kommaform zeigen. Wir selbst haben vielfach bei Untersuchung des Wassers des Nordhafens vor 1½ Jahren solche Colonien gesehen, die ganz ausserordentlich Choleracolonien glichen, sich aber stets als aus Coccen zusammengesetzt zeigten, auch bei den Untersuchungen der letzten Zeit haben wir mehrfach wieder diese Coccenart angetroffen.

Wenn wir uns nun zur näheren Beschreibung unserer beiden, im Elbwasser gefundenen Vibrionenarten wenden, so werden wir erkennen, dass es bei sorgfältiger Beobachtung aller morphologischen und biologischen Eigenschaften möglich ist, dieselben von dem Cholerabacillus des Wittenberger Cholerafalls St. zu unterscheiden und sie als besondere Arten hinzustellen.

Elbvibrio I.

Derselbe stellt sich, von frischen Agar-, Blutserum-, Gelatine-, Bouillon-, Pepton- oder Kartoffelculturen entnommen und im hängenden Tropfen untersucht, als ein lebhaft bewegliches Kommabacterium dar. Die Bewegung erfolgt meist in kleinen Kreisen sehr lebhaft, die längeren Schrauben fahren in mehr weniger geraden Linien schnell durch das ganze Gesichtsfeld.

Bei der Untersuchung im gefärbten Trockenpräparate zeigt sich unser Elbvibrio I ungefähr doppelt so gross als der Vibrio der Cholera asiatica. Die Aufnahme des Farbstoffes erfolgt nicht gleichmässig, und selbst wenn man längere Zeit das Präparat der

Wirkung färbender Agentien aussetzt, bemerkt man häufig das Vorkommen unregelmässig gestalteter, ungefärbter heller Stellen, die aber mit Sporenbildung nichts zu thun haben. Das Photogramm Fig. 2 zeigt diese Verhältnisse recht klar, und namentlich kann man auch erkennen, dass wir es mit einem dicken, mässigstark gekrümmten Vibrio mit abgerundeten Enden zu thun haben. Derselbe kommt meist in der Kommaform vor, in älteren Culturen in Bouillon und Peptonwasser findet man auch gelegentlich Schrauben von zwei bis drei Schraubengängen.

In älteren, aber oft auch in 1—2 Tage alten Culturen zeigen sich, wie bei den meisten Vibrionen, schon die wunderlichsten Involutionsformen. Am besten zeigt der Vibrio seine Kommaform in Gelatineplattenklatschpräparaten und die längeren Schrauben in Peptonwasser. Die Darstellung der Bewegungsorgane der Vibrionen gelang zuerst nur schwierig; doch zeigte sich bei Anwendung einer recht alten Beize bei den, nach der im Institut gebräuchlichen, modificirten Löffler'schen Methode behandelten Präparaten das Vorhandensein eines kurzen, starken Geisselfadens an einem Ende des Vibrio.

Der Vibrio besitzt eine sehr starke Wachsthumsenergie. Bei Temperaturen von 5—6° C. erfolgt schon lebhafte Vermehrung; das Temperaturoptimum liegt bei etwa 23° C., aber auch bei 37° und 40° C. ist das Wachsthum sehr energisch. Temperaturen von 45° C. tödten bei einstündiger Einwirkung Elbvibrio I noch nicht, dagegen wird einstündige Erhitzung auf 48° auch von den Vacuolenbildung zeigenden Vibrionen nicht mehr überstanden.

Auf Gelatineplatten, die bei 21—22° C. gehalten wurden, zeigen sich bei makroskopischer Betrachtung die jungen Colonien nach 22 Stunden als sandkorngrosse, rundliche, weissliche Gebilde, die bei 100facher Vergrösserung sich als linsengrosse, unregelmässige, hellgrünlich glänzende Scheiben mit scharfem, leicht zackigen Rande darstellen. Der Inhalt der Colonie ist ganz fein granulirt (cf. Fig. 5).

Nach 38 Stunden Aufenthalt im Brütschrank bei 22° ist die Originalplatte vollkommen verflüssigt. Die auf Platte I und II oberflächlich gelegenen Colonien haben die Gelatine im weiten Umfange

verflüssigt. In den schalenförmigen, kleinfingernagelgrossen, kreisrunden Colonien liegt in der Mitte die Masse der Colonie als ein rundliches, deutlich gelbliches Häufchen von körnigem Gefüge und unregelmässigem, zackigen, nicht glänzenden Rande, wie das Photogramm Fig. 7 es veranschaulicht. Das Wachsthum in Gelatineplatten, die bei 15° gehalten werden, erfolgt etwas weniger lebhaft und hier stellen sich die Verhältnisse so dar, dass nach 20 Stunden die Colonien als deutlich makroskopisch erkennbare Stippchen erscheinen, nach 2 Tagen stellen dieselben sandkorngrosse, weisse, runde Haufen dar, die oberflächlich gelagerten Colonien haben sich mit kreisrunden Verflüssigungstrichtern umgeben. Bei 100 facher Vergrösserung erkennt man nach 24 Stunden die tiefer gelegenen als runde, dunkelolivengrüne, ganz fein granulirte Scheiben, während die oberflächlichen als kreisrunde hellröthlich leuchtende, feingranulirte Scheiben mit feinstreifigem Rande sich darstellen. Die oberflächlichen Colonien haben einen stark lichtbrechenden Verflüssigungshof. Nach 2 Tagen bei 15° bilden die isolirt liegenden, oberflächlichen Colonien flache meist mit trüber, weisslicher Flüssigkeit gleichmässig erfüllte, 1—3 mm im Durchmesser haltende Schalen, gelegentlich ist die Mitte derselben als ein weissliches Pünktchen erkennbar, während ein ½ mm breites weissliches Band die Randzone bildet. Mikroskopisch erscheint die Mitte solcher Colonien als aus fein granulirtem, hellgrauen Inhalte bestehend, an welchem man deutlich ein Hin- und Herwogen erkennen kann, während die Randzone aus feinsten, in die noch nicht verflüssigte Gelatine schiessenden Fäserchen besteht. Die oberflächlichen Colonien gleichen am meisten Colonien von Heubacillen. Die tiefen Colonien zeigen sich als grünlich dunkle Scheiben mit sehr feiner Granulirung. Ein gewisser Polymorphismus bei den Colonien ist vorhanden und die eine oder die andere der tiefer liegenden Colonien hat auch mal eine gewisse Aehnlichkeit mit Choleracolonien, doch sind sie zu allen Zeiten 5—10 fach grösser als gleichaltrige Choleracolonien (Fall St.) und zeigen niemals den Glanz oder die bröckliche Structur der letzteren. Original- und Platte I ist gewöhnlich nach 48 Stunden schon total verflüssigt. Die ver-

flüssigten Platten zeigen einen faden, nicht charakteristischen Geruch, der sich von dem eigenartigen Dufte der Choleraplatten gut unterscheiden lässt.

Sticliculturen in Gelatine verflüssigen den Nährboden mässig stark. Es bildet sich nach 2 Tagen bei 15° oben ein erbsengrosser Verflüssigungstrichter, der nach 4 Tagen den Rand des Culturgläschens schon erreicht hat und nach 8 Tagen etwa den 5. Theil der festen Gelatine in eine grauweisse, flüssige Masse verwandelt hat. Das Wachsthum erfolgt längs des ganzen Stiches, jedoch 3/4 cm unterhalb der Oberfläche nur in beschränktem Maasse, längs des Stiches, so dass Hosenbein- oder Strumpf-ähnliche Verflüssigungstrichter, wie bei dem Wachsthum von Finkler Prior, gewöhnlich nicht beobachtet wurden. Dass das Wachsthum von Cholera und dem Elbvibrio II ausserordentlich verschieden ist, darüber geben die Photogramme Fig. 11 und Fig. 12 genügende Auskunft.

Eine Häutchenbildung findet auf der verflüssigten Gelatine niemals statt, ebensowenig wie in der Bouilloncultur. Das Wachsthum erfolgt in Bouillon sehr rapid, so dass dieser Nährboden nach 4 Stunden Aufenthalt im Brütschrank nach der Impfung schon deutlich getrübt ist. Nach einigen Tagen bildet sich in der Bouillon, während die Trübung bis zur Undurchsichtigkeit zunimmt, ein dicker, gelblichweisser Bodensatz.

In alkalischem Peptonwasser (1% Pepton, 1% NaCl.) wächst der Vibrio bei 37° C im Brütschrank sehr lebhaft und auf Zusatz von chemisch reiner Schwefelsäure zeigt sich schon nach 6stündigem Wachsthum das Auftreten der Cholerarothreaction; die Reaction wird mit dem Alter der Culturen immer deutlicher, wird aber nie so stark, wie die unter ganz gleichen Versuchsbedingungen erhaltenen Rothreactionen von Cholera. Nach 48 Stunden ist die Reaction ungefähr nur 1/4 so stark wie bei Cholera, d. h. wenn man zu zwei 48 Stunden alten Culturen von Cholera (Fall St.) und Elbvibrio I, die in je 5 ccm des gleichen Peptonwassers bei 37° gewachsen waren, 8 Tropfen H_2SO_4 hinzufügte, so zeigte die Cholerapeptonwassercultur denselben Farbton wie Vibrio I, wenn man der Choleracultur noch 15 ccm Wasser zugesetzt hatte.

Dies eigenthümliche Verhalten bei der Rothreaction gab Veranlassung, dieselbe noch näher zu prüfen, und es zeigte sich, dass bei einer Zeitdauer des Wachsthums von 24 Stunden Elbvibrio I Indol und Nitrite nur gut bei Temperaturen über 30° bildet, nach 24 Stunden bei 7°, 15° und 22° C ist zwar in Peptonwasser schon reichliches Wachsthum erfolgt, aber die Rothreaction tritt erst ein, wenn man etwas Indol der Peptoncultur hinzufügt; es fehlt also dem Elbvibrio I bei diesen Temperaturen die Eigenschaft Indol zu bilden, während die Reducirung von Nitraten zu Nitriten bei jeder Temperatur, bei welcher Elbvibrio I noch wächst, erfolgt. —

Auf Kartoffeln erfolgt das Wachsthum in der Art, dass sich auf den normal sauren oder künstlich mit Soda oder Natronbicarbonicumlösung alkalisch gemachten Kartoffeln nach 24 Stunden bei 37° ein weisslicher, feuchter, schleimiger Belag bildete, der nach 3 Tagen einen Stich ins Gelbe zeigte. Hier fand man bei der mikroskopischen Untersuchung viele Involutionsformen, aber auch schöne Komma- und S-Formen.

Auf schrägem Agar mit oder ohne Glycerin- oder Traubenzuckerzusatz wächst der Elbvibrio besonders üppig. Schon nach 24 Stunden bei Temperaturen über 20° tritt ein dicker, feuchter, weisslich schleimiger Belag auf, der bei durchfallendem Lichte grünlich erscheint, der von Cholerawachsthum wohl unterschieden ist. Namentlich erfolgt niemals eine Häutchenbildung auf dem Condenswasser, welches von Elbvibrio I stark getrübt wird.

Auf schräg erstarrtem Rinds- und Hammelblutserum bildet sich eine zuerst den Nährboden nicht verflüssigende, weissliche Auflagerung; nach 6 Tagen wird aber in den schräg erstarrten Nährboden eine mehrere Millimeter breite, buchtige, tiefe Verflüssigungsrinne hineingefressen.

Auch in Hühnereiern erfolgt im Brütschrank ein reichliches Wachsthum. Die makroskopisch wahrnehmbaren Veränderungen sind gering: das »Weisse« ist nur wenig getrübt und hat seine fadenziehende, gallertige Beschaffenheit bewahrt; das »Gelbe« erscheint wenig verändert. Die mit einer Oese aus dem »Weissen« und »Gelben« gegossenen Platten zeigen aber das Vorhandensein

von zahllosen Vibrionen, die bezüglich ihrer Eigenschaft der rapiden Verflüssigung der Gelatine durch den Aufenthalt in dem Hühnerei noch eine Steigerung erfahren zu haben scheinen. Wiederholt angestellte Versuche ergaben dasselbe Verhalten bezüglich des Wachsthums des Elbvibrio I.

Die Cultur auf dem gekochten Eiweiss und Eigelb des Hühnereies, wenn diese Nährböden nach Art der Kartoffeln in Globig'schen Röhrchen zubereitet waren, zeigt das Wachsthum das Elbvibrio I so, dass sich auf dem Eiweiss ein gelblicher Belag bildet, während das gekochte Eigelb allmählich zu einer schmierigen, schmutzig gelben, breiigen Masse verwandelt wird. Phosphorescenz wurde an keiner der Culturen des Elbvibrio I beobachtet.

Morphologisch und culturell stellt sich unser Elbvibrio I also als eine Vibrionenart dar, die sowohl namentlich vom Cholerafall St., als auch von allen anderen bisher im Wasser aufgefundenen Vibrionenarten, soweit genauere Beschreibungen der letzteren vorliegen, deutlich und sicher unterscheidbar ist.

Was das Verhalten des Elbvibrio I im Thierexperiment betrifft, so ergaben schon die ersten Uebertragungsversuche auf Meerschweinchen und Tauben, dass derselbe für letztere von gar keiner und für erstere von einer nur geringen Virulenz ist.

Am 28. October wurde eine Taube mit 2 Oesen einer frischen, in Bouillon aufgeschwemmten Agarcultur intramuskulär in den linken Brustmuskel inficirt; am 10. October in gleicher Art eine andere mit 4 Oesen. Beide Thiere zeigten ausser einer geringen lokalen Anschwellung niemals krankhafte Erscheinungen. Zwei andere Tauben, denen am 14. Dezember 1893 5 Oesen bezw. 8 Oesen von einer frischen Agarcultur injicirt worden war, blieben dauernd gesund. Diese beiden Thiere erwiesen sich bei einem weiter unten zu erwähnenden Versuche am 10. Februar 1894 als immun gegen eine für Controltauben sicher tödtliche Infection mit dem Elbvibrio II.

Für Meerschweinchen zeigte sich der Elbvibrio I in wiederholten Experimenten bei intraabdomineller Injection von Aufschwemmungen von 1 bis 2 Oesen frischer Agarculturen nur in soweit wirkungsvoll, als regelmässig nach solchen Injectionen

eine Herabsetzung der Temperatur um mehrere Grade einige Zeit nach der Injection beobachtet wurde. Nach 8 Stunden hatten die Thiere sich aber wieder vollkommen erholt.

Nur ein Meerschweinchen sah ich unter choleraähnlichen Erscheinungen eingehen, welchem am 10. November 4 Oesen einer Agarcultur in die Peritonealhöhle injicirt worden war. Der Tod erfolgte unter Herabsetzung der Temperatur bis auf 28,2° C., 8 Stunden nach der Injection. Der Zustand der Organe der Bauchhöhle, namentlich das Verhalten des Darmes entsprach dem Bilde, wie es uns cholerainficirte Meerschweinchen zeigen. Vibrionen fanden sich aber nirgends im Körper und waren auch in dem geringen Exsudat der Peritonealhöhle weder mikroskopisch noch culturell mehr aufzufinden. Dieser Versuch reiht sich den von Klein, Fränkel und Sobernheim veröffentlichten Thierexperimenten an, in denen diese Untersucher bei Meerschweinchen durch intraperitoneale Injection einer Reihe von Bacterienarten dieselben pathologisch-anatomischen Veränderungen hervorbringen konnten, wie sie der Choleravibrio hervorruft.

Bei subcutaner Injection von 1, 2, 3, 4 bis 10 Oesen frischer Agarcultur erzeugte der Elbvibrio krankhafte Erscheinungen bei Meerschweinchen nicht.

Auch bei stomachaler Application von grossen Mengen des Elbvibrio I nach der Koch'schen Methode blieben mehrere zum Versuche herangezogene Meerschweinchen vollkommen gesund.

Kaninchen erwiesen sich in 6 Versuchen gegen eine subcutane und intraabdominelle Infection mit Elbvibrio I, selbst wenn dieselbe mit massiven Dosen erfolgte, als vollkommen unempfänglich.

Von vielen inficirten, grauen und weissen Mäusen gingen einzelne Exemplare 5 und 6 Wochen nach der Infection zu Grunde, während die grosse Mehrzahl der subcutan geimpften Thiere entweder vollkommen gesund blieb, oder nur Nekrosen in der Haut an der Impfstelle zeigten. Der tödtliche Ausgang ist wohl nicht auf die Infection mit dem Elbvibrio I zu beziehen, von dem man keine Spur im Körper der Thiere mehr fand, sondern es handelte sich wohl um andere Todesursachen.

Elbvibrio II.

Sehr viel schwieriger als bei dem Elbvibrio I war die Differenzirung des von uns als Elbvibrio II bezeichneten choleraähnlichen Vibrio von den Choleravibrionen, die bei den Wittenberger Fällen isolirt worden waren. Jedoch glauben wir auch hier bei Berücksichtigung aller morphologischen und biologischen Eigenschaften des Elbvibrio II zu dem Resultat kommen zu dürfen, dass diese Wasservibrionenart sich sowohl von Cholera-, als auch von allen anderen bisher beschriebenen und von uns zum Vergleich herangezogenen Vibrionenarten unterscheidet.

Was die Form des Elbvibrio II betrifft, so zeigt sich derselbe im gefärbten Präparate als ein sehr kleines Komma, welches uns stets kleiner erschien, sowohl als die Individuen des Koch'schen Cholerabacillus, der bei Fall St. isolirt worden war, als auch der zahlreichen, daraufhin untersuchten Choleraarten anderer Provenienz. Die Aufnahme des Farbstoffes, namentlich der verdünnten Ziehl'schen Lösung, erfolgt bei Trockenpräparaten leicht und schnell. Die besten Kommaformen sieht man in Klatschpräparaten von jungen Gelatineplatten oder von 16 Stunden alten Agarculturen aus dem Brütschrank, bei letzteren beobachtet man auch schon die Bildung von längeren, 4 bis 6 Windungen bildenden Schrauben, jedoch herrschen die Kommaformen vor (vergl. Fig. 3 und Fig. 9)[1]), ebenso wie in den Präparaten, die von der Kartoffelcultur angefertigt wurden; zahlreichere aber kürzere Schrauben zeigen die Peptonwasser-, Bouillon- und Blutserumcultur.

In hängenden Tropfen lebhafteste Eigenbewegung, welche die der Choleravibrionen an Schnelligkeit noch zu übertreffen schien.

In Bouillonculturen bei Brüttemperatur erfolgt nach 24 Stunden schon mit Regelmässigkeit die Bildung eines faltigen Häutchens, während die Bouillon verhältnismässig wenig getrübt wird. Die Vibrionen drängen bei ihrer Vermehrung ganz besonders an die Oberfläche, so dass wir häufig beobachten konnten, dass das Häutchen nicht nur die Oberfläche bedeckt, sondern auch $^1/_2$ cm

1) Auf den reproducirten Photogrammen erscheinen die Vibrionen wesentlich grösser als auf den Originalen.

hoch sich an den Wandungen des Reagenzgläschens emporzieht, in ganz ähnlicher Art und Weise, wie das von den Culturen der Tuberkelbacillen in Glycerin-Bouillon bekannt ist.

Das Wachsthum auf gewöhnlichem, Glycerin- und Traubenzuckeragar erfolgt bei Brüttemperatur sehr rapid. Die Cultur unterscheidet sich in nichts von den Choleraculturen, nur erschien sie immer sehr viel üppiger zu sein, und in älteren Culturen war der gelblich-bräunliche Belag viel stärker, als der von gleichaltrigen Choleraculturen. Die Häutchenbildung auf dem sonst nicht getrübten Condenswasser war ganz regelmässig, und auch hier zeigte es sich, dass das Häutchen von dem Condenswasser aus an der von dem schrägen Agar nicht eingenommenen Partie des Reagensgläschens über 1 cm hoch emporkletterte. Das Condenswasser wird sonst nicht getrübt, nur bildet sich allmählich ein gelblicher Bodensatz von meist abgestorbenen Bacillen in demselben.

Die Lebensfähigkeit des Elbvibrio II auf Agarculturen ist eine sehr lange, so dass z. B. Culturen aus dem November vorigen Jahres, im April dieses Jahres auf neue Nährböden übertragen, noch prompt wuchsen.

In Peptonwasser (1% Pepton, 1% NaCl) erfolgt das Wachsthum ausserordentlich schnell und reichlich; bei Zusatz von 8 Tropfen nitritfreier Schwefelsäure erfolgt nach Aufenthalt von 4 Stunden der Peptoncultur im Brütschrank schon eine deutliche Rothreaction, die mit dem Alter der Cultur immer intensiver wird. Die Rothreaction erschien uns von allen, uns zur Verfügung stehenden anderweitigen Vibrionenculturen, selbstverständlich unter absolut den gleichen Versuchsbedingungen untersucht, als die stärkste; namentlich zeigte sie sich unter allen Verhältnissen als etwas stärker als die Reaction, welche die Choleravibrionen von Fall St. uns gaben. Die Wachsthumsenergie des Elbvibrio II ist eine grosse, namentlich zeigt derselbe in flüssigen Nährmedien schon deutliches Wachsthum bei Temperaturen von 7° bis 15°, bei Temperaturen also, bei welchem auch unsere Choleracultur noch nicht wuchs. Und was das Auffällige war: Elbvibrio II zeigte auch schon nach 36 stündigem Wachsthum bei 7° bei

Zusatz von H_2SO_4 zu den Peptonculturen eine, wenn auch nicht starke, so doch sehr deutliche Cholerarothreaction; bei den bei 15° C gehaltenen Elbvibrio II-Peptonculturen war nach 24 Stunden die Reaction sehr deutlich und erst recht bei den Culturen, die bei 22° C und 37° C gewachsen waren. Dies immerhin recht bemerkenswerthe Verhalten unterschied die Peptonculturen stets von dem Verhalten der Cholera Fall St. in diesem Nährboden und war namentlich interessant im Hinblick auf das Verhalten des Elbvibrio I, der trotz reichlichen Wachsthums bei 7° C, 15° C, 22° C nach 24 Stunden noch keine Rothreaction gab.

Die Kartoffelculturen auf mit Sodalösung oder mit Natronbicarbonicum alkalisch gemachten Kartoffeln zeigten ein von Cholera Fall St. abweichendes Wachsthum, indem der Elbvibrio II einen zuerst mehr weissen, trocknen, aber doch üppigen, später braungelben Rasen auf der Kartoffeloberfläche bildete, während auch unsere Choleracultur einen zuerst feuchten, honiggelben, später mehr braunen Rasen producirte.

Das Wachsthum in sterilisirter Milch erfolgte reichlich, eine Gerinnung dagegen, wie sie unsere Choleracultur Fall St. schon nach 48 Stunden Wachsthum im Brütschrank zeigte, erfolgte nicht.

Auch auf Hammel-Blutserum wuchsen Elbvibrio II und Cholera Fall St. different; während nämlich unsere Choleracultur nach 3 Tagen in dem Blutserum eine 2 mm breite und 1 mm tiefe, mit bräunlich gelbem Inhalt gefüllte, buchtige Verflüssigungsrinne erzeugt hatte, zeigte Elbvibrio II nach dieser Zeit auf dem Blutserum eine bräunlich gelbe Auflagerung, die allerdings nach weiteren 2 Tagen Aufenthalt im Brütschrank gleichfalls anfing, das Blutserum zu verdauen und zu verflüssigen.

Mehrfach wiederholte Culturen von Elbvibrio II und Cholera in Hühnereiern zeigten ein der Cholera Fall St. wohl ähnliches, aber doch in etwas differentes Verhalten. Das »Weisse« wurde bei beiden Vibrionen in eine feinflockige, leicht trübe, dünne Flüssigkeit verwandelt: während das »Gelbe« bei Elbvibrio II meist keine wesentlichen, makroskopisch sichtbaren Veränderungen zeigte,

wurde durch unsere Choleracultur das »Gelbe« meist in eine zum Theil schwärzliche, gelatinöse Masse verwandelt. Jedoch beobachtete ich in letzter Zeit auch einmal das Verhalten bei Vibrio II. Mikroskopisch erwiesen sich die Eierculturen als nicht durch fremde anaërob-wachsende Bacterien, auf welche Zenthoefer in seiner Arbeit aufmerksam macht, verunreinigt.

Auch auf die Eigenschaft des Phosphorescirens, welche, wie zuerst Kutscher im Hamburger hygienischen Institut gefunden hat, gewisse Wasservibrionen zeigen, wurden Elbvibrio II wiederholt im Vereine mit Cholera Fall St. und 12 andere Cholerasorten, sowie Culturen von Vibrio Neisser, Vibrio Bonhoff und Vibrio Dunbar geprüft. Es zeigte sich, dass einzig und allein eine Cultur von Vibrio Dunbar, die ich durch freundliche Vermittelung von Herrn Hafenarzt Dr. Nocht in Hamburg erhalten hatte, von allen unter gleichen Bedingungen beobachteten Vibrionen phosphorescirte. Als Nährböden dienten gewöhnliche Bouillon und Peptonwasser, daneben eine Bouillon und ein Peptonwasser, welche mit Meerwasser aus dem atlantischen Ocean präparirt waren, das ich auf der Rückfahrt von Amerika aus dem Golfstrom im vorigen Jahre mitgebracht hatte und an einer Stelle Nachts entnommen war, wo ein prachtvolles Meeresleuchten sich zeigte. —

Aus dem Angeführten ergibt sich, dass eine Reihe von culturellen Unterschieden zwischen dem Elbvibrio II und der Cholera Fall St. vorhanden sind, doch werden dieselben noch vermehrt durch den Hinzutritt wichtigerer, welche das Verhalten des Elbvibrio II in der Gelatineplatte und dem Thierexperiment im Vergleich zur Cholera Fall St. bietet.

Hält man Gelatineplatten bei 22° C im Brütschrank und betrachtet die Platten mit blossem Auge, so erscheint dieselbe sehr choleraähnlich, bei genauerem Zusehen erkennt man aber sofort eine grosse Menge von Colonien, die die Gelatine nicht verflüssigt haben[1]), und welche wie ganz matte, feine Schleier

1) Vergl. Koch, Zeitschrift für Hygienie und Infectionskrankheiten. Koch erwähnt daselbst ein ähnliches Verhalten von Choleracolonien, das er einmal in Platten von Cholerastuhl beobachtet hat.

ungefähr stark stecknadelkopfgrosse, sehr feine, blauweisse Auflagerungen derselben mit etwas dunklerem, weisslichen Centrum bilden; dazwischen sind eine Menge von Colonien, die wie kleine oberflächliche Choleracolonien aussehen. Bei Anwendung von 100 facher Vergrösserung erkennt man nun deutlich 3 Arten von Colonien. Die einen, die tief gelegenen, zeigen sich als grünliche, rundliche Scheiben mit ganz leicht gewelltem, scharfen Rande und Andeutung einer concentrischen Schichtung, dieselben waren nicht so unregelmässig und glänzend als die Choleracolonien von Fall St., dann die schon erwähnten flächenartig ausgebreiteten schleierartigen Colonien. Es fehlt ihnen jede Andeutung einer Zeichnung, wie man sie beim Bact. Coli oder Typhusbacillen findet. Dagegen erkennt man das Centrum als eine bräunliche Scheibe mit Andeutung einer sehr feinen Körnung. Das Centrum ist der Rest der Colonie, die ursprünglich dicht unter der Oberfläche gelegen war, und nun nach dem Erreichen derselben, ihre Randpartien in dieser flächenartigen Weise über die Oberfläche der Gelatine hingeschickt hat (vergl. Fig. 8). Diese Colonien, die sich vorzüglich zu Klatschpräparaten eignen, können mehrere Tage bestehen bleiben, ohne die Gelatine zu verflüssigen, allmählich wird dann aber auch von ihnen die Gelatine durch Fermentbildung erweicht und verflüssigt und dann gleichen die Colonien denen, die wir als dritte Art auf solchen Platten erkennen können, die von Anfang an die Gelatine in Berührung mit dem O der Luft verflüssigt haben. Diese bildet napfförmige Verflüssigungsschalen, die mit klarer Gelatine gefüllt sind, in deren Mitte die unregelmässig zackige Culturmasse schwimmt. Dieselbe zeigt eine sehr feine Granulirung, die durch ihre sehr feine Körnung und den mangelnden Glanz sich erheblich von den Wittenberger Choleracolonien unterscheidet (vergl. Fig. 10).

Das Wachsthum des Elbvibrio in den Gelatineplatten und auch in der Gelatinestichcultur ist ein merklich langsameres, als das der Wittenberger Cholera und das Verflüssigungsvermögen ist wesentlich geringer bei 22° C.

Um vieles deutlicher werden die Unterschiede zwischen den Choleracolonien und denen des Elbvibrio II, wenn man die Platten

bei 15° hält, dann erscheinen nach 20 Stunden die kleinen, eben wie feinster Staub in den Platten makroskopisch sichtbaren, tiefen und oberflächlichen Colonien mikroskopisch als homogene, kreisrunde Scheiben von grünlich hellem Glanz mit scharfem Rande, fast wie Fetttröpfchen glänzend, ohne jede Andeutung einer Granulirung (cf. Fig. 6). Auch nach 48 Stunden sind die tiefen Colonien noch kreisrund, grünlich glänzend, mit scharfem Rande und ohne jede wesentliche Granulirung. Häufig sieht man an den oberflächlich gelegenen Colonien 2 oder 3 concentrische Kreise. Nach etwa 8 Tagen sind die tiefen Colonien etwa sandkorngross geworden, zeigen dann einen ganz leicht gewellten Rand, aber sind deutlich von Cholera unterschieden.

In der Stichcultur verhielt sich Elbvibrio II sehr ähnlich dem typischen Wachsthum der Cholera Fall St., aber das Wachsthum war erheblich langsamer (cf. Fig. 11 u. Fig. 12).

Gleich bei den ersten, vorläufigen, Anfang November nach der Reinzüchtung des Elbvibrio mit demselben an Meerschweinchen vorgenommenen Thierexperimenten zeigte es sich, dass der Elbvibrio II im Vergleich zu der Cholera Fall St. eine ganz ausserordentliche Virulenz besass: Zwei Meerschweinchen erhielten 1 Oese einer 20stündigen Agarcultur injicirt, und zwar das eine subcutan, das andere intraabdominell. Das letztere war nach etwa 10 Stunden unter Sinken der Temperatur bis 31,4° verendet, während das erstere schon nach 8 Stunden unter anfänglicher geringer Erhöhung der Körperwärme gestorben war. Wie schon oben erwähnt war die Choleracultur Fall St. schon anfangs wenig virulent und ihre Virulenz nahm noch während der Beobachtungsdauer im Laufe des Winters ab, so dass bei den von anderer Seite angestellten Versuchen selbst die Injection von 20 Oesen in die Bauchhöhle bei den Thierexperimenten nur höchst selten den Tod der Thiere herbeiführte.

Dem gegenüber verhielt sich nun der Elbvibrio II während der 4 Monate, in welchen er bei Thierexperimenten verwendet wurde, höchst virulent und zwar nicht nur bei Meerschweinchen, sondern ebenso bei Tauben, Kaninchen, grauen und weissen Mäusen.

Thierexperimente.

a) Versuche an Kaninchen.

I. Versuch.

Am 10. XI. 1893 erhielt ein sehr grosses, 2380 g schweres, schwarzes Kaninchen 5 Oesen einer 20 Stunden im Brütschrank gestandenen Cultur von Elbvibrio II in 1 ccm Bouillon aufgeschwemmt unter die Haut der linken Brustseite injicirt. In der Nacht zum 11. XI. ist das Thier zu Grunde gegangen. Die Section am 11. XI. ergiebt: Starke Erweiterung der Blutgefässe der Unterhaut an der linken Brustseite. Erhebliche, handtellergross ausgedehnte, serös-blutige Durchtränkung des Unterhautbindegewebes und der ganzen Muskulatur an der linken Thoraxseite bis zur Mittellinie. Die linke, an sich unveränderte Lunge bedeckt mit weisslichem, abziehbaren, fibrinösen Belag, sehr ähnlich den weisslichen Beschlägen auf der Leber, die man bei intraperitonealer Infection von Meerschweinchen mit Choleravibrionen beobachtet. In der linken Pleurahöhle 5 ccm serös-blutige, klare Flüssigkeit. Die Intercostalmuskeln links, sowie die Muskulatur der linken Hälfte des Zwerchfells gequollen. Im Herzbeutel wenig Transsudat. In der Peritonealhöhle wenig Flüssigkeit, ähnlich dem Inhalt in der Brusthöhle. Die Blutgefässe der Serosa des Darms und der Bauchwand injicirt. Die Unterleibsorgane anscheinend unverändert. Mikroskopisch werden die Vibrionen an der Infectionsstelle, in der umgebenden Muskulatur, im Pleuratranssudat, im fibrinösen Lungenbeschlag, im Herzblut, im Leber- und Milzsaft, im Peritonealerguss und durch die Züchtung im Inhalt des Dünndarms nachgewiesen.

II. Versuch.

Einem 2145 g schweren, grossen Kaninchen wird am 28. XI. 1 Oese einer 20stündigen Agarcultur an der linken Brustseite subcutan injicirt. Es bildet sich in den nächsten Tagen an der Injectionsstelle eine zuerst weiche, dann festere Anschwellung, das Thier erscheint matt und krank, nimmt bis zum 5. XII. um 200 g an Gewicht ab. Die Temperatur sinkt und bleibt vom 1. XII. ab um 37,5 (gemessen in ano.). Das Thier liegt meist auf der Seite, Respiration erschwert. Am 5. XII., 7 Tage nach der Injection, erfolgt der exitus. Die Section weist an der Injectionsstelle das Vorhandensein einer thalergrossen, schwefelgelben, festen Schwarte nach, die die Haut mit der Muskulatur verlöthet. An den inneren Organen in Brust- und Bauchhöhle Auffälliges nicht bemerkbar, Milz sehr klein und bandförmig, nur in der Serosa des Coecums und des Dickdarms streifenförmige Blutungen, die Schleimhaut des Dünn- und Dickdarms in grossen Fetzen abhebbar, der untere Theil des Dünndarms und namentlich das Coecum mit Massen eines glasigen Schleimes erfüllt. — Vibrionen nur in wenigen Exemplaren noch an der Injectionsstelle mikroskopisch nachweisbar und durch das Anreicherungsverfahren nur aus der Niere zu züchten.

III. Versuch.

Zwei Kaninchen, Nr. VII und Nr. VIII, von 1905 bezw. 2140 g Gewicht, wurden am 13. II. 1894 mit 1 Oese einer 20stündigen Agarcultur subcutan wie

bei den beiden vorstehenden Versuchen inficirt. Nr. VIII ist nach zwei Tagen verendet und Nr. VII erliegt nach 5 Tagen nach der Infection unter Sinken der Körpertemperatur auf 35,4°. Die Section bei Nr. VIII ergibt das Vorhandensein eines gewaltigen, sanguinolenten Oedems, das von der Injectionsstelle ausgehend die ganze Unterhaut an Brust und Bauch einnimmt, die Serosa des Dünn- und Dickdarms entzündlich verändert. Mikroskopisch werden die Vibrionen im Blut und in allen inneren Organen aufgefunden. Der Nachweis derselben im Darm gelingt nicht. Als Sectionsresultat bei Nr. VII, dem Kaninchen, welches 5 Tage nach der Infection gestorben war, ergab sich das Vorhandensein einer handtellergrossen, mehrere Centimeter starken, flach ausgebreiteten, schwefelgelben Schwarte, die die Haut mit der darunter liegenden Muskulatur fest verbindet. Von hier aus zeigen sich die Weichtheile der linken Brustwand stark entzündlich geschwollen und geröthet. Die linke Pleura costalis, sowie die Pleura diaphragmatica und die Pleura pulmonalis in dicke, fibrinöse Schwarten verwandelt; die Lungen stark geröthet, die Unterlappen luftleer und schwarzroth. Vibrionen mikroskopisch im Blute nachweisbar.

Das hochvirulente Verhalten unseres Elbvibrio II Kaninchen gegenüber veranlasste uns, zum Vergleich auch Infectionsversuche mit der Choleracultur aus Wittenberge und einer sehr virulenten Cultur des Vibrio Metschnikovi an Kaninchen vorzunehmen, es zeigte sich aber, dass weder die Cholera aus Wittenberge noch auch der Vibrio Metschnikovi im Stande war, irgend eine krankhafte Allgemeinaffection bei Kaninchen bei subcutaner Applikation zu erzeugen.

b) Versuche an weissen Mäusen.

Für weisse Mäuse erwies sich Elbvibrio II von ganz gleicher Virulenz wie für Kaninchen, was aus folgenden Versuchen hervorgeht.

I. Versuch.

Am 10. XI. 1893 wurden je zwei weisse Mäuse mit einer Anschwemmung von 2 Oesen frischer Agarcultur in $^1/_2$ ccm Bouillon mit Koch'scher Spritze am Rücken subcutan inficirt. Nach etwa 8 Stunden sind die Thiere der Infection erlegen.

II. Versuch.

Zwei weisse Mäuse wurden am 4. XII. 1893 mit einer Nadelspitze einer frischen Agarcultur in eine Hauttasche dicht oberhalb der Schwanzwurzel inficirt. Am 5. XII. sind beide Thiere verendet.

III. Versuch.

Am 13. II. 1894 wurden noch einmal zwei weisse Mäuse mit einer Nadel subcutan an der Schwanzwurzel in eine Hauttasche inficirt; auch hier erfolgte der tödtliche Ausgang am nächsten Tage.

c) Versuche an grauen Mäusen.

An denselben Tagen, mit denselben Dosen und in gleicher Art wurden, wie bei den eben erwähnten weissen Mäusen, Infectionsversuche an Feldmäusen angestellt. Auch diese Thiere zeigten sich ausserordentlich empfänglich, wenn auch etwas weniger als die weissen Mäuse, für den Vibrio bei subcutaner Infection. Auf grosse Dosen erfolgte auch bei den Feldmäusen der exitus in wenigen Stunden.

Bei den Infectionsversuchen am 4. XII. 1893 an zwei Feldmäusen erlag das eine Thier am Tage nach der Infection, das zweite Thier starb 13 Tage darnach. Beim Versuch am 13. II. 1894 starben zwei Feldmäuse in genau der gleich kurzen Zeit, wie die weissen Mäuse.

Was die Erscheinungen betrifft, welche die inficirten weissen Mäuse und Feldmäuse darboten, so konnte man schon 2 Stunden nach der Infection bemerken, dass die Thiere krank waren; sie sassen zu einer Kugel zusammengezogen da, mit gesträubtem Fell und sehr schneller Respiration. Die Augen waren meist leicht verklebt wie nach Infection mit dem Bacillus der Mäusesepticaemie. Später war dann an der Infectionsstelle ein Oedem zu fühlen und die Umgebung der Impfstelle schimmerte röthlich durch das Fell hindurch. Bei der Section zeigte sich ein fünfpfennigstückgrosses, sanguinolentes Oedem an der Infectionsstelle, die Muskulatur war daselbst dunkel geröthet. Diese Röthe durchsetzte vom Rücken aus die Gewebe und setzte sich bis ins Becken fort. Die Unterhautgefässe am Rücken stark erweitert. Die Leber gross und blutreich, die Milz vergrössert und dunkelroth. Bei allen frisch verendeten Thieren fand man Vibrionen im Blut und in allen Körperorganen. Die Rückzüchtung gelang leicht, namentlich aus dem Herzblut.

Bei der einen Feldmaus, welche erst 13 Tage nach der Infection einging, fand sich an der Impfstelle eine fünfzigpfennigstückgrosse, nekrotische Partie im Fell. Das Thier war hochgradig abgemagert. Ausser einer entzündlichen Röthung der in der Nähe der Infectionsstelle gelegenen Gewebe zeigte das Thier nichts Auffallendes an den inneren Organen. Vibrionen konnten nicht mehr nachgewiesen werden.

Die mit den Choleraculturen aus Wittenberge vorgenommenen Infectionsversuche bei weissen und grauen Mäusen schädigten die Thiere nicht. Bei den Versuchen mit Vibrio Metschnikovi bei weissen und grauen Mäusen zeigte sich unsere Cultur von diesem Vibrio nur von ganz inconstanter Virulenz. —

d) Versuche an Tauben.

In ganz hervorragendem Maasse erwiesen sich auch Tauben für die Infection mit Elbvibrio II empfänglich. Die Tauben wurden alle gleichmässig intramuskulär inficirt.

Eine am 7. II. 1893 mit einer Oese frischer Agarcultur inficirte Taube war am 8. II. verendet; in gleicher Art eine am 10. II. 1893 zum Versuch herangezogene. Eine dritte, am 28. II. 1893 inficirte, lebte nur 30 Stunden.

Die Section ergab bei allen drei Thieren ganz gleiche Resultate. Aeusserlich zeigte sich der Brustmuskel, in welchen die Injection stattgefunden hatte, stark geschwollen und fühlte sich prall gespannt an. Beim Aufschneiden erwies sich die Muskulatur in eine gelbliche, brüchige Masse verwandelt, die blutig serös durchtränkt war. Die inneren Organe sehr blutreich, sonst nicht auffallend verändert. Im Ausstrichpräparat der Infectionsstelle zahllose Vibrionen. Dieselben auch im Herzblut und in den Organsaftpräparaten reichlich vorhanden. — Im Ganzen also dasselbe Bild, wie man es nach der Infection mit Vibrio Metschnikovi beobachtet, nur zeigen sich in den Präparaten unsere Elbvibrionen erheblich kleiner und nicht so stark gekrümmt, wie die von Gamaleia entdeckten Vibrionen.

Obwohl Tauben gegenüber dem Elbvibrio II eine so ausserordentliche Virulenz entfalteten, so erwiesen sich 2 Tauben, welche am 14. XII. 1893 eine intramuskuläre Injection einer viertel bezw. einer halben frischen Agarcultur von Elbvibrio I (cf. oben) reactionslos vertragen hatten, nun dadurch gegen eine absolut tödtliche Infection mit Elbvibrio II am 10. II. 1893 immunisirt.

Ueber dies interessante Problem der Immunisirung von Thieren durch den nicht virulenten Elbvibrio I gegenüber dem mit furchtbarer Virulenz begabten Elbvibrio II werden noch weitere Versuche angestellt.

e) Versuche an Meerschweinchen.

Meerschweinchen erlagen regelmässig einen subcutanen oder intraabdominellen Infection mit dem Elbvibrio II und erwiesen sich auch für eine Infection vom Magen aus, nach vorheriger Alkalisirung des Magensaftes und Ruhigstellung der Peristaltik des Darms durch Opium, empfänglich.

1. Versuche bei subcutaner Infection.

Ein am 7. XI. 1893, Nachmittags 2 Uhr, mit einer Oese einer frischen Agarcultur inficirtes Thier zeigt um ½6 Uhr Abends eine Temperatur von 38,8° C, um ½8 Uhr 39,4° C und verendete gegen 9 Uhr Abends. Ein anderes am 10. XI. 1893, Nachmittags 3 Uhr, in gleicher Weise inficirtes Meerschweinchen zeigt Abends eine Temperatur von 39,5° C und wird am nächsten Morgen todt im Stalle gefunden.

Beim dritten Versuch werden bei einem am 28. XI. 1893 subcutan gleichfalls mit einer Oese Agarcultur inficirten und 2 und 4 Stunden nach der Infection gemessenen Thier Temperaturen von 39,3° bezw. 39,5° C constatirt. Das Thier erliegt 7 Stunden nach der Infection.

Bei einem vierten Versuche am 4. XII. stirbt ein Meerschweinchen 19 Stunden nach einer subcutanen Infection mit einer Oese Agarcultur.

Bei diesem Thier, welches unmittelbar vor dem Versuche 38,3° C Analtemperatur hatte, stieg 2 Stunden nach der Infection die Temperatur auf 40,2° C, um nach 8 Stunden auf 36,4° C zu fallen.

Am 19. XII. 1893 wird ein fünftes, sehr kräftiges, 720 g schweres Meerschweinchen, mit nur einer Nadelspitze einer frischen Agarcultur in eine Hauttasche inficirt. Am 20. XII. wird eine Analtemperatur von 40,1° C gemessen, am Abend 37,5° C. Am 21. XII. wird das Thier todt im Stall gefunden.

Am 10. II. 1894 wird ein sechstes und ein siebentes Thier mit einer Oese Agarcultur subcutan inficirt; beide Thiere sind am 11. II. Morgens verendet. Die Virulenz des Elbvibrio II hatte also bei zahlreichen Weiterzüchtungen im Laufe von 4 Monaten eine Einbusse nicht erfahren.

Ausser der ganz regelmässig, schon bald nach der subcutanen Infection einsetzenden, anfänglichen Temperaturerhöhung zeigten diese Thiere intra vitam ein schnell an der Infectionsstelle entstehendes, weiches, entzündliches Unterhautoedem, das bei denjenigen Thieren, welche etwas länger nach der Infection am Leben blieben, ausserordentlich grosse Dimension annahm, so dass die ganze Unterhaut an Brust und Bauch davon ergriffen wurde. Die Athmung war erschwert und eine auffallende, lähmungsartige Schwäche der Hinterextremitäten vorhanden. Beim Betasten des Oedems zeigten die Thiere lebhafte Schmerzempfindung, die Respiration war sehr erschwert.

Bei der Section erwiesen sich die Unterhaut an Brust und Bauch und die Muskulatur daselbst durchtränkt mit blutig wässeriger, klarer Flüssigkeit, die in zwei Fällen in Mengen von 10 bezw. 12 ccm gesammelt werden konnte. Auch in der Peritonealhöhle zeigte sich ein Erguss, die Serosa entzündlich verändert. Während an Herz, Leber, Milz und Nieren makroskopisch sichtbare Veränderungen nicht zu constatiren waren, wurde fast regelmässig an den Lungen eine ausserordentliche Blutüberfüllung beobachtet. In mehreren Fällen war es zu Zerreissungen der Blutgefässe gekommen, so dass ganze Lungenlappen schwarzroth aussahen und luftleer waren (Infarcte). — Mikroskopisch waren Vibrionen im ganzen Körper nachweisbar, am reichlichsten im Unterhautoedem. Auch aus dem Dünndarminhalt gelang es einmal, Vibrionen herauszuzüchten. — Auf den Agarröhrchen, auf welchen die Vibrionen z. B. durch Ausstreichen einer Nadelspitze von Herzblut gezüchtet wurden, erreichten die bei durchfallendem Lichte stahlblau erscheinenden Colonien Kleinfingernagelgrösse.

2. Thierversuche bei intraabdomineller Infection.

Während, wie oben erwähnt, bei intraabdomineller Infection die Choleracultur Fall St. aus Wittenberge erst in grossen Dosen Meerschweinchen tödtete, zeigte sich Elbvibrio II bei diesem Infectionsmodus von einer noch erheblicheren Virulenz als wie bei den eben angeführten Versuchen bei subcutaner Infection.

Am 7. II. 1893, Nachmittags 1/24 Uhr, wird ein 400 g schweres Meerschweinchen mit einer Aufschwemmung einer Oese frischer Agarcultur in

1 ccm Bouillon intraabdominell inficirt und ist am nächsten Morgen verendet; um $^1/_2$6 Uhr wird 36,1° C, um $^1/_2$8 Uhr 31,4° C in ano gemessen. Ein am 10. II. 1893 in gleicher Weise inficirtes Thier stirbt nach etwa 10 Stunden, die terminale Temperatur beträgt 26° C. Das am 28. II., Nachmittags 4 Uhr, ebenfalls mit einer Oese Agarcultur inficirte Meerschweinchen hat bei Beginn des Versuches eine Temperatur von 39,1° C, zeigt 2 Stunden nach der Infection nur noch 32° C und ist 3 $^1/_4$ Stunden nach der Infection verendet. Bei einem am 4. XII. 1893, Mittags $^1/_2$12 Uhr inficirten Meerschweinchen wurden bei stündlicher Messung folgende Temperaturen verzeichnet: Mittags $^1/_2$12 Uhr 38,8°; um $^1/_2$1 Uhr 38,8°; um $^1/_2$2 Uhr 38,9°; um $^1/_2$3 Uhr 36,9°; um $^1/_2$4 Uhr 34,5° und um $^1/_2$5 Uhr 30,0°; um $^1/_4$6 Uhr tritt der Tod ein, also 5 $^1/_2$ Stunden nach der Infection. Viele in gleicher Weise zu Demonstrationszwecken inficirte Meerschweinchen zeigten genau das gleiche Verhalten.

Die sonst intra vitam beobachteten Erscheinungen gleichen durchaus dem bekannten Krankheitsbilde, das die mit Choleraculturen intraabdominell inficirten Meerschweinchen zeigen, nur war der Krankheitsverlauf ausserordentlich rapid. Bei der Section zeigte sich in allen Fällen ein 5 bis 8 ccm betragender, blutig seröser Erguss in der Abdominalhöhle, eine ausserordentliche Blutüberfüllung der Gefässe aller Theile des ganzeu Darmrohres, namentlich des Dünndarms und des Coecums, die in den meisten Fällen sogar zu streifenförmigen Blutungen in der Serosa des Darms geführt hatte. Der Dünndarminhalt dünnflüssig, gelblich, mit weisslichen Flecken. An der Unterseite der Leber fibrinöse Beschläge. Herz und Lungen mit Blut überfüllt. In der Pleurahöhle meist ein geringer Erguss von derselben Beschaffenheit wie derjenige in der Abdominalhöhle. Mikroskopisch wurden Vibrionen regelmässig im Blut und in allen Organen nachgewiesen. Aus dem Dünndarminhalt gelang regelmässig die Reinzüchtung, ebenso aus dem Blut der stark gefüllten Venen der Extremitäten, wie überhaupt aus allen daraufhin untersuchten Körpertheilen. Bei den gefärbten Ausstrichpräparaten zeigten die Vibrionen meist unregelmässige, ungefärbte weisse Stellen. Bei Lungensaftausstrichpräparaten, die nach der Gram'schen Methode behandelt wurden, zeigten sich viele Vibrionen nicht entfärbt.

3. Thierversuche bei Infection vom Magen aus.

Von drei nach dem Koch'schen Infectionsmodus am 6. II. 1894 inficirten Meerschweinchen gingen zwei zu Grunde, eines überstand den Eingriff. Den Thieren waren 3 bezw. 5 Oesen Agarcultur in Bouillon aufgeschemmt in den Magen mit der Schlundsonde gebracht worden. Die Section ergab dieselben Veränderungen am Darmtractus, wie sie die Infection mit Cholerabacillen hervorbringt. Aber auch hier fanden sich die Vibrionen im ganzen Körper. Bei stomachaler Application zeigte sich auch unsere, zum Vergleich herangezogene Choleracultur aus Wittenberge für Meerschweinchen virulent, indem zwei mit $^1/_4$ Agarcultur nach der Koch'schen Methode vom Magen aus inficirte Meerschweinchen unter den typischen Krankheitserscheinungen zu Grunde gingen und bei der Section die charakteristischen, anatomisch-pathologischen Veränderungen zeigten.

Das eine Meerschweinchen, Nr. 267, welches die Infection mit dem Elbvibrio II vom Magen aus mit 5 Oesen Agarcultur am 6. II ohne auffallende Erscheinungen zu zeigen, reactionslos überstanden hatte, wurde am 10. II. mit der als sicher tödlich bei Meerschweinchen wirkenden Dosis (eine Oese Agarcultur) zusammen mit drei nicht vorbehandelten Meerschweinchen inficirt. Es überstand die Infection, während die drei anderen Thiere am nächsten Tage unter den charakteristischen Erscheinungen eingegangen waren. Es bildete sich bei ihm an der Injectionsstelle zuerst ein diffuses lokales Oedem, das sich zu einer festeren Schwarte zusammenzog. Im Laufe der nächsten 7 Tage bildete sich dann daselbst eine walnussgrosse Anschwellung aus, welche unter Nekrotisirung der Haut abgestossen wurde. Am 18. II., also 8 Tage nach der Infection, konnten aus der nekrotischen Hautpartie noch unsere Vibrionen durch die Züchtung nachgewiesen werden. Das Thier hat sich dann ganz erholt. Die nicht tödlich verlaufene Infection vom Magen aus, hatte also das Thier gegen eine sonst absolut tödtliche Infection von der Unterhaut aus mit demselben Vibrio geschützt.

Fassen wir die ganzen, über den Elbvibrio II gewonnenen Untersuchungsresultate zusammen, so erkennen wir in ihm einen zwar der Cholera ähnlichen, aber sowohl morphologisch, als auch culturell und im Thierexperiment von den gleichzeitig bei den Cholerafällen in Wittenberge isolirten Choleravibrionen deutlich unterscheidbaren, neuen, im Wasser vorkommenden Vibrio. Auch in den Culturen, welche nach der Passage durch den Thierkörper wieder rein gewonnen wurden, zeigte der neue Elbvibrio keine Aenderung seiner morphologischen und biologischen Eigenschaften. Ob der Elbvibrio II zu den in Wittenberge vorgekommenen Cholerafällen, welche auf Infection mit Elbwasser zurückgeführt wurden, in irgend welcher Beziehung steht, wage ich nicht zu entscheiden, da der Nachweis erst geführt werden müsste, dass bei der Einführung in den Darm des Menschen der Elbvibrio II im Stande wäre, den Choleraprocess zu erregen, und dass derselbe nunmehr nach der Passage durch den Menschenkörper eine wesentliche Veränderung in seinen morphologischen und biologischen Eigenschaften erfahren hatte. In dieser Beziehung wurden begreiflicher Weise Versuche nicht angestellt. Uns erscheint es als wahrscheinlich, dass die in den übersandten Wasserproben vielleicht neben dem Elbvibrio I und II enthalten gewesenen Choleravibrionen entweder auf dem Transport zu Grunde gegangen waren, oder aber bei der Untersuchung nicht aufgefunden worden sind.

Gegen die erstere Annahme spricht die eigenthümlich lange Lebensdauer der aus den Cholerafällen aus Wittenberge isolirten Choleravibrionen im Wasser. Dieselben konnten nämlich in Versuchen, die an anderer Stelle ausführlicher erwähnt werden sollen, in einem Wasser eines Aquariums, in welches sie hineingebracht worden waren, noch nach fast 2 Monaten Aufenthalt daselbst nachgewiesen werden.

Von den bisher beschriebenen Vibrionenarten kann ausser Cholera bezüglich der Differentialdiagnose nur noch der Vibrio Metschnikovi in Betracht kommen, doch auch von diesem liess sich unser Vibrio leicht durch seine geringe Grösse, seine differente Colonienbildung und durch sein Verhalten im Thierexperiment unterscheiden. Der von Heider als Vibrio Danubicus beschriebene, im Wasser des Donaukanals aufgefundene Vibrio hat nach vergleichenden Untersuchungen, die ich damit anstellen konnte, schon in den Colonien in Gelatine, die den Choleracolonien sehr ähnlich waren, ganz wesentliche Unterscheidungsmerkmale hervortreten lassen. — Auch die vergleichende Untersuchung mit allen möglichen Vibrionen und Choleraarten, deren ich habhaft werden konnte, ergab, dass Elbvibrio I und II neue, wohlunterscheidbare Arten darstellen.

Vibrio aus Havelwasser.

Ende Februar dieses Jahres untersuchte ich gelegentlich der hygienischen Beurtheilung eines Tiefbrunnenwassers aus einem Röhrenbrunnen, den die Stadt Havelberg im dem Bette der Havel angelegt hatte, zum Vergleiche auch das Wasser des Havelflusses an dieser Stelle, um zu sehen, ob das Tiefbrunnenwasser in unmittelbarer Communication mit dem Flusswasser stehe. Bei dem Anreicherungsverfahren fand ich nun im Havelwasser eine Vibrionenart, die sich in schönen, ausgebildeten Kommaformen präsentirte. Bei der weiteren Untersuchung stellte es sich heraus, dass man es mit einer neuen, bisher noch nicht beschriebenen Vibrionenart aus dem Wasser zu thun habe. Ich lasse im Nachstehenden eine kurze Beschreibung derselben folgen.

Es handelt sich um eine Vibrionenart, welche sich uns als deutlich gekrümmtes Komma, erheblich grösser und dicker als der Choleravibrio, aber nicht ganz so gross wie der zuerst beschriebene Elbvibrio I darstellt. Sie besitzt lebhafte Eigenbewegung. Der Farbstoff wird meist gleichmässig gut von dem Vibrio aufgenommen; häufig zeigen sich aber auch ungefärbte Lücken. Am besten beobachtet man die Kommaform in Klatschpräparaten von 24 Stunden alten Gelatineplatten. Neben den Kommaformen treten dort sehr zahlreiche S-Formen und gelegentlich auch längere Schrauben auf. Der Havelvibrio wächst gut bei Zimmertemperatur und schnell und reichlich im Brütschrank; seine Wachsthumsenergie ist eine sehr grosse.

Auf der schrägen Agarfläche bildet sich nach 20 Stunden Aufenthalt im Brütschrank ein massiger, weisser, schleimiger, feuchter Rasen. Das Condenswasser ist getrübt, eine Häutchenbildung fehlt; die bei Zimmertemperatur gehaltenen Agarröhrchen zeigen nach 3 Tagen ungefähr das gleiche, reichliche Wachsthum, wie die 20stündigen im Brütschrank gehaltenen Röhrchen. Die Bouillon wird bei Brüt- und Zimmertemperatur nach kurzer Zeit stark getrübt, eine Häutchenbildung tritt nicht auf. Nach einigen Tagen bildet sich in der Bouillon ein dicker, gelblicher Bodensatz. Auch in Peptonwasser erfolgt das Wachsthum reichlich, gleichfalls ohne Häutchenbildung; auf Zusatz von H_2SO_4 erfolgt k e i n e Rothfärbung.

Auf der Kartoffeloberfläche, gleichgiltig ob die Kartoffeln künstlich alkalisirt sind oder nicht, wächst der Havelvibrio in Gestalt eines schleimigen, milchweissen Rasens. Die Kartoffel wird in ihrer Substanz nicht verändert. Die Cultur überzieht schnell die ganze Oberfläche der Kartoffel, welche dann so aussieht, als ob sie mit Milchrahm begossen wäre. Nach einiger Zeit fliesst die Cultur von den Kartoffeln in Globig'schen Röhrchen in das am Grunde des Culturgläschens befindliche Wasser. Untersucht man 24 Stunden alte, im Brütschrank gehaltene Kartoffelculturen, so findet man neben vielen schönen Kommas schon zahllose Involutionsformen. Je älter die Culturen werden, desto zahlreicher erscheinen diese Formen. Dann sieht man

ganz ausserordentlich grosse, blasig aufgetriebene Gebilde in Kommaform, die dreimal so gross sind als die in jungen Gelatineplatten oder in frischen Agarculturen beobachteten Kommas. Die grosse Mehrzahl der Vibrionen erscheint in ganz unregelmässig, blasig aufgetriebenen, kugeligen Formen, die den Farbstoff meist nur in den Randpartien aufgenommen haben. Manche Theile solcher Präparate sehen auf den ersten Blick aus, als ob man es mit Hefearten zu thun hätte, wenn nicht die Sprossung fehlte. Alle Vibrionenarten zeichnen sich durch schnelle Bildung eigenartiger Involutionsformen auf unseren künstlichen Nährmedien aus. Mir wollte es scheinen, als ob keine Art so schnell und merkwürdige Involutionsformen bildet, als dieser neue Havelvibrio. In Milch erfolgt reichliches Wachsthum. Die Milch gerinnt dabei nicht. Blutserum wird schnell und ausgiebig verflüssigt.

Einen irgendwie charakteristischen Geruch producirt der Vibrio bei seinem Wachsthum in den künstlichen Nährböden nicht.

Was unseren Havelvibrio charakterisirt, das ist sein Verhalten in der Gelatineplatte. Giesst man von einer Reincultur eine Gelatineplattenserie, so sind schon nach 24 Stunden in den bei Zimmertemperatur gehaltenen Platten die einzelnen Keime zu Colonien ausgewachsen, ja die Originalplatte ist schon meist verflüssigt. Die Colonien erscheinen nach 24stündigem Wachsthum als kreisrunde, bläuliche Scheiben ohne jede Granulirung mit starkem Glanz. Eine Verflüssigung der Gelatine ist bei Platte I und II meist noch nicht wahrzunehmen. Nach kurzer Zeit ändern aber die Colonien ihr Aussehen. Viele Colonien beginnen nach etwa 30 Stunden die Gelatine schnell zu verflüssigen und dann erkennt man makroskopisch hirsekorngrosse bis linsengrosse, flache Verflüssigungsschalen mit punktförmigem, weissen Centrum, weisslicher Rand- und ganz blasser intermediärer Zone. Bei schwacher Vergrösserung zeigt sich die Randzone aus sehr feinen Fäserchen bestehend, die intermediäre Zone weist eine leichte, feine Körnung auf und das Centrum erscheint dunkelgelb aus wirren Massen zusammengesetzt. Eine

ganze Anzahl der Colonien verflüssigt nach 30 Stunden die Gelatine aber noch nicht, und diese können sogar mehrere Tage in diesem Zustande verharren. Diese Colonien stellen dann, wenn sie oberflächlich gelegen sind, sand- bis hirsekorngrosse, runde, weissliche Auflagerungen dar, die kuppenförmig die Gelatineoberfläche überragen und wie Colonien von weisser Hefe aussehen, wie man sie häufig auf Gelatineplatten beobachtet, die der Luft ausgesetzt gewesen sind. Bei mikroskopischer Betrachtung erscheinen die oberflächlichen, nicht verflüssigenden Colonien als gelbliche Scheiben mit scharfem Rande, an welchem man gelegentlich Einkerbungen wahrnimmt. Die Randzone ist durchaus homogen, im Centrum bemerkt man eine Andeutung von Strichelung. Viele von den nicht verflüssigenden Colonien segmentiren sich an ihrem Rande aber auch in der Art, dass die ganze Colonie in kleine Kügelchen und unregelmässige Gebilde zerfällt, so dass bei mikroskopischer Betrachtung die Colonien an die des Proteus vulgaris erinnern. Die in der Tiefe der Gelatineplatten liegenden Colonien stellen gelbliche, ovale Gebilde mit scharfem Rande und ganz feiner Strichelung dar.

Nimmt man mit der Platinnadel eine oberflächlich gelagerte, nicht verflüssigende Colonie weg, so findet man in der Gelatine darunter ein seichtes Näpfchen hineingefressen. Gehen die oberflächlich gelagerten Colonien dazu über, die Gelatine zu verflüssigen, so macht sich dies makroskopisch dadurch bemerkbar, dass die Colonien in der Gelatineplatte einsinken. Mikroskopisch erkennt man, wie die Granulirung in der Mitte deutlicher und ausgeprägter wird und nach dem Rande zu fortschreitet. Dann sinkt die Mitte der Colonie trichterförmig ein; das stärkste Wachsthum findet in der Randzone statt, die eine faserige Structur annimmt und nun gewinnen die Colonien das Aussehen der oben beschriebenen, die von Anfang an die Gelatine peptonisiren. Nach 3—4 Tagen stellen die verflüssigenden Colonien grosse, flache, mit trübem Inhalte gefüllte Schalen dar.

Eine Reihe von Colonien verflüssigt die Gelatine aber dauernd nicht. Die nicht verflüssigenden und verflüssigenden Colonien zeigen mikroskopisch die gleichen Kommaformen. Giesst man

von Neuem Platten und legt Reinculturen in allen Nährmedien von den verflüssigenden und nicht verflüssigenden Colonien an, so bekommt man auf den Platten wiederum zwei Arten von Colonien, während die Agar-, Kartoffel-, Bouillon-, Pepton- und Blutserumcultur genau das gleiche Verhalten zeigen in den Culturen, die von verflüssigenden und nicht verflüssigenden Colonien angelegt sind.

Das Wachsthum in der Gelatinestichcultur entspricht in etwas dem eigenthümlichen Verhalten der Colonien in der Gelatineplatte. Legt man Stichculturen von verflüssigenden und nicht verflüssigenden Colonien auf der Gelatineplatte an, so ist in der Mehrzahl der von beiden Colonien angelegten Stichculturen nach 3—4 Tagen die Gelatine längs des ganzen Stiches nach Art eines Hosenbeines verflüssigt. Den ganzen Verflüssigungstrichter erfüllt eine grauweisse, wolkige Masse. Im untersten Theile des Stichkanals ist die Hauptmasse der Vibrionen in Gestalt eines röthlichen, drusigen Häufchens zu Boden gesunken, oben zeigt sich eine weite Luftblase.

In einer Reihe von Stichculturen erfolgte zwar ein Wachsthum längs des ganzen Stichkanals und eine geringe Ausbreitung der Cultur über die Oberfläche der Gelatine, aber eine Verflüssigung der Gelatine war nach mehreren Tagen noch nicht erfolgt. Bei noch anderen Stichculturen blieb nur in der ersten Zeit die Verflüssigung aus, während das Wachsthum erfolgte, setzte dann aber später ein. Die Verflüssigung wurde nicht so ausgiebig, wie in den Stichculturen der ersten Reihe, sondern ähnelte mehr dem Verhalten der Cholerastichculturen.

Die Strichculturen auf schräg erstarrter Gelatine wuchsen zuerst in der Art, dass sich ein weisslicher, bläulich schimmernder, leicht irisirender Rasen über die Oberfläche ausbreitete, ähnlich der Cultur des bacterium coli, dann begann aber eine schnelle Verflüssigung, so dass nach 5 Tagen eine mehrere Millimeter breite, tiefe, buchtige Verflüssigungsrinne in die Gelatine hineingefressen worden war.

Beim Thierexperiment zeigte sich unser Havelvibrio weder für Meerschweinchen, noch für Tauben, Kaninchen oder für

weisse und graue Mäuse bei subcutaner und intraabdomineller Infection mit erlaubten Mengen von irgend welcher krankmachenden Wirkung.

Zum Schlusse verfehle ich nicht, Herrn Professor Dr. Rubner für das fördernde Interesse, das derselbe mir bei dieser Arbeit erwiesen hat, auch an dieser Stelle herzlichst zu danken.

Ueber den Desinfectionswerth des Trikresols (Schering).

Von

Dr. Hans Hammerl,
Assistenten am Institut.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Marburg.)

Das Trikresol ist nach Angabe der herstellenden Fabrik eine Mischung von ortho-, meta- und para-Kresol, welche Benzolderivate in den Theerdestillaten enthalten sind, deren Siedepunkt über dem des Phenols gelegen ist und welche Destillationsprodukte fälschlich als rohe oder 100% Carbolsäure bezeichnet werden. Dass in dieser sog. rohen Carbolsäure Antiseptika von hohem Werth enthalten sind, war schon lange erkannt worden und man hatte von dieser ihrer Eigenschaft auch für manche Zwecke Gebrauch gemacht. Eine ausgedehntere Verbreitung als Desinfectionsmittel konnte sie jedoch infolge ihrer fast völligen Wasserunlöslichkeit nicht finden, und wollte man die darin wirksamen Stoffe trotzdem dem allgemeineren Gebrauche zugänglich machen, so mussten diese vor allem in eine wasserlösliche Form übergeführt werden. Bei der Billigkeit des Rohmaterials war es nicht ausgeschlossen, dass bei zweckmässiger Erfüllung der an ein Wunddesinficiens nothwendig zu stellenden Anforderungen diese Präparate befähigt würden, erfolgreich mit dem bis da fast allein dominirenden Körper aus der aromatischen Reihe, dem Phenol, zu concurriren und dieses sowohl, als auch das noch in starken Verdünnungen ziemlich giftige Sublimat womöglich ganz aus der Desinfectionspraxis zu verdrängen.

Es war zuerst Laplace[1]), welcher zeigte, dass durch Vermischung der rohen Carbolsäure mit Mineralsäuren, insbesonders mit concentrirter Schwefelsäure zu gleichen Theilen, dieselbe in einen Zustand übergeführt werden kann, in welchem sie sich in beliebigem Verhältniss mit Wasser mischt und dass diesen wässerigen Lösungen eine das Phenol um vieles übersteigende desinficirende Kraft innewohnt. Carl Fränkel[2]) stellte durch weitere Untersuchungen sodann fest, dass das wirksame Princip in diesen Lösungen die Kresole (Methylphenole, Oxytoluole) sind, welche aus dem Theeröl zwischen 188—205°C überdestilliren und dass die noch über diesen Temperaturen siedenden Homologen des Phenols die Xylenole, Guajacole u. s. w. eine bedeutend geringere keimtödtende Kraft besitzen. Da die chemisch reinen Kresole infolge ihrer Schwerlöslichkeit in Wasser wenig Aussicht hatten, allgemeinere Verwendung zu finden, so prüfte Fränkel hauptsächlich den Desinfectionswerth derselben, nachdem sie durch Schwefelsäure wasserlöslich gemacht worden waren und konnte dabei feststellen, dass das m-Kresol am stärksten, das o-Kresol am schwächsten wirkt. Zu demselben Resultat ist fast gleichzeitig Henle[3]) bei seinen Untersuchungen über die wirksamen Bestandtheile des Creolins gelangt. Weiterhin ergab sich, dass bei der Mischung von concentrirter Schwefelsäure und roher Carbolsäure, wenn dieselbe unter sorgfältiger Kühlung geschieht, nicht eine neue chemische Verbindung entsteht, sondern dass die energisch keimtödtende Kraft den wasserlöslich gemachten Kresolen allein zukommt und die Säure als solche nur wenig daran betheiligt ist.[4])

1) Deutsche med. Wochenschr. 1887, S. 867; ebenda 1888, S. 121.

2) Zeitschrift f. Hygiene, 1889, Bd. VI.

3) Archiv f. Hygiene, Bd. IX, 1889.

4) Dieser Behauptung ist in neuester Zeit von J. Biel, St. Petersburg, widersprochen worden. In einem Aufsatz, betitelt: Untersuchungen über das Löslichmachen von roher Carbolsäure durch Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure (Berichte der Pharmaceutischen Gesellschaft 1893), welchen ich leider erst während der Drucklegung meiner Arbeit zu Gesichte bekommen habe, sucht der genannte Autor den Beweis dafür zu erbringen, dass bei der Mischung von roher Carbolsäure und conc. Schwefelsäure zu gleichen Theilen immer die ganzen Kresole zu

Es war somit das Problem die Kresole in eine wasserlösliche Form überzuführen im Princip gelöst, der Verwendung dieser Schwefelsäure - Kresolmischungen als Wunddesinficiens stand jedoch ihre saure Reaktion und die auch in Verdünnungen noch stark ätzende Wirkung im Wege und um die Kresole doch für die moderne Wundbehandlung brauchbar zu machen, musste deshalb eine andere wasserlösliche Form gefunden werden.

Die Anzahl der Präparate, welche zu diesem Zweck hergestellt worden sind, ist ziemlich gross und es ist nicht meine Absicht, die Vor- und Nachtheile zu besprechen, welche den Einzelnen nachgerühmt werden, resp. anhaften. Ich beschränke mich darauf, die bekannteren und für die Wundbehandlung besonders empfohlenen anzuführen und übergehe die weniger wichtigen und nur für die grobe Desinfection bestimmten.

Je nach ihrem Verhalten bei der Verdünnung mit Wasser kann man die Kresolpräparate eintheilen in solche, welche eine Emulsion und in solche, welche eine klare Lösung geben. Zu den ersteren gehört vor allem das Creolin, von dem ein englisches und ein deutsches Fabrikat in den Handel gebracht worden ist; bei dem englischen, sog. Pearson'schen Gemisch, sind die Kresole und die Theerkohlenwasserstoffe durch Harzseife in eine lösliche Form übergeführt. Bei dem Verdünnen mit Wasser bleiben jedoch nur noch die Kresole in Lösung, während die Theerkohlenwasserstoffe in Gestalt feinster Tröpfchen ausfallen und dadurch der Mischung das trübe Aussehen verleihen. Nach den Untersuchungen von Esmarch[1]), Eisenberg[2]), Henle[3]) übertrifft dieses Präparat in gleichprocentigen Lösungen die Carbolsäure nicht unbedeutend, seiner allgemeinen Einführung

---

Kresolsulfosäuren verwandelt werden, auch wenn das Zusammenbringen der beiden Flüssigkeiten unter Eiskühlung geschieht. Es sei in dieser Beziehung die Analogie mit dem Phenol ziemlich vollkommen und nur in der Hinsicht ein Unterschied zu finden, als die Bildung der Kresolsulfosäuren langsamer vor sich gehe, als die der Phenolsulfosäuren bei dem Mischen von Phenol und Schwefelsäure.

1) Centralblatt f. Bacteriologie u. Parasitenkunde, 1887, Bd. II.

2) Wiener med. Wochenschr. 1888, Nr. 17.

3) Archiv f. Hygiene, Bd. IX, 1889.

steht jedoch die unangenehme Eigenschaft desselben im Wege, dass es die Hände und das Operationsfeld schlüpfrig macht und ausserdem in der trüben Flüssigkeit das Auffinden der Instrumente erschwert ist. Dazu kommt noch der Mangel, dass dieses Präparat von keiner constanten Zusammensetzung ist (v. Esmarch, Henle). Was das deutsche Fabrikat, das sogenannte Artmannsche Creolin anlangt, so sind darin die Theerkohlenwasserstoffe in Kresolschwefelsäure gelöst, welche Lösung jedoch beim Verdünnen in eine trübe Emulsion übergeht. Nach Henle[1]) ist die desinficirende Kraft dieses Präparats eine äusserst geringe, während Bernheim[2]) und Hammer[3]) bei ihren Untersuchungen bessere Resultate erhalten haben.

Repräsentanten der II. Gruppe sind das Lysol, das Solveol und das Solutol. Das Lysol wird hergestellt, indem Theeröl, Fette, Harz und Alkalien in bestimmtem Verhältniss miteinander vermengt und hierauf durch mehrere Stunden gekocht werden. Die Kresole sind darin von der sich bildenden Harzseife in eine lösliche Form gebracht, ausserdem wird die Wasserlöslichkeit noch durch die Phenolate, die aus dem überschüssigen Alkali und den Phenolen entstehen, erhöht (Hammer[3]). Gleich dem Creolin ist auch das Lysol der Carbolsäure nicht unbedeutend überlegen, es besitzt aber wie dieses den Nachtheil, dass es die Hände und die Instrumente glatt und schlüpfrig macht. Ferner haftet ihm der Fehler an, dass beim Verdünnen mit stark kalkhaltigem Wasser nicht eine klare, sondern eine trübe Lösung entsteht. — In dem Solutol sind die Kresole durch Kresolnatrium gelöst. Die keimtödtende Kraft der Kresole wird hier durch die stark alkalische Beschaffenheit des Präparates noch unterstützt, so dass sich dasselbe besonders zur groben Desinfection eignet. — Als Solveole im allgemeinen bezeichnet man nach Hueppe jene neutralen Kresollösungen, bei welchen Salze organischer Säuren (Benzoesäure, Salicylsäure u. a.) oder Salze der Phenole oder Naphtole das lösende Princip sind. Hammer[4])

1) a. a. O.
2) Deutsche medic. Wochenschr. 1891, Nr. 8 u. 9.
3) Archiv f. Hygiene, Bd. XIV, 1892.
4) Archiv f. Hygiene, Bd. XII, 1890.

prüfte den Desinfectionswerth des para-, ortho- und meta-Kresols und einer Mischung derselben in metakresotinsaurem, kresotinsaurem und naphtolsulfonsaurem Natrium und fand, dass die Lösung des Kresolgemisches in kresotinsaurem Natrium am kräftigsten desinficierend wirke. — Ausser dem Vortheil der vollkommenen Wasserlöslichkeit und der geringen Giftigkeit besitzt dieses Präparat auch noch den Vorzug der constanten Zusammensetzung.

In einer späteren Veröffentlichung brachte Hammer[1]) die keimtödtende Kraft des Solveols in Parallele mit anderen Kresolpräparaten und dem Phenol, wobei sich das Erstere als allen anderen weit überlegen herausstellte. In letzter Zeit hat sodann Vahle[2]) den Desinfectionswerth eines aus der chemischen Fabrik von Dr. v. Heyden bezogenen Solveolpräparates untersucht, denselben jedoch in gleichprocentigen Lösungen bedeutend niedriger gefunden, als den der Carbolsäure. Besonders Milzbrandsporen gegenüber war der Abstand kein unbeträchtlicher. Das Kresol Raschig, aus der Fabrik in Ludwigshafen a/Rhein stammend, welches von Vahle ebenfalls in diese vergleichende Untersuchung mit einbezogen worden war, erwies sich der Carbolsäure als mindestens gleichwerthig, unter Umständen sogar überlegen.

Bei all den besprochenen Präparaten ist der Gehalt derselben an freiem, ungebundenen Kresol der eigentlich wirksame Faktor und sie verdanken ihre Existenz der von Fränkel und Hueppe vertretenen Anschauung, dass die reinen Kresole selbst in Wasser schwer oder fast ganz unlöslich seien. Obwohl bereits Henle[3]) angab, dass das von der Firma Kahlbaum bezogene Kresol aus Theeröl bis zu 2% in Wasser löslich sei und Nocht[4]) eine ähnliche Beobachtung Proskauers mittheilt, so war es doch erst Gruber[5]), welcher die Wichtigkeit der Löslichkeit der reinen Kresole in Wasser für die ärztliche Praxis erkannte und darauf

1) Archiv f. Hygiene, Bd. XIV, 1892.
2) Hygienische Rundschau, Bd. III, 1893.
3) a. a. O.
4) Zeitschrift f. Hygiene, 1889, Bd. VII.
5) Archiv f. Hygiene, Bd. XVII (Jubelband).

aufmerksam machte, dass diese geringe Wasserlöslichkeit für bestimmte Fälle völlig genüge. Man verlange von einem Antiseptikum, welches für die Wundbehandlung bestimmt ist, mit Unrecht, dass es Lösungen liefere, welche imstande sind, sogar Milzbrandsporen innerhalb kurzer Zeit abzutödten, sondern für klinische Zwecke sei es hinreichend, wenn das Desinficiens die vegetativen Formen der gewöhnlichen Eiterbacterien rasch und vollkommen unschädlich mache.

Kann ja auch das gegenwärtig noch am meisten in Gebrauch stehende Sublimat von den Operateuren nicht so concentrirt in Anwendung kommen, dass es Milzbrandsporen innerhalb kurzer Zeit vernichtet!

Gruber bestimmte sodann genau den Grad der Löslichkeit der 3 isomeren Kresole und 2 Kresolmischungen und fand denselben

bei dem o-Kresol	=	2,5%
„ „ m-Kresol	=	0,53%
„ „ p-Kresol	=	1,8%
bei einem Kresolgemisch aus Theeröl	=	2,55% — 2,36%
„ „ „ Toluidin	=	2,2%

Da sich bei der bacteriologischen Prüfung die wässerige Lösung der Kresolgemische der Carbolsäure gegenüber als um das Dreifache überlegen erwies, so empfiehlt Gruber den Operateuren besonders eine 1% Lösung desselben, welcher Concentration er ausser der geringeren Giftigkeit auch noch nachrühmt, dass sie die Haut weniger reize oder taub mache wie die häufig verwendete 3% Phenollösung.

Auf Grund dieser von Gruber gefundenen Thatsachen und auch theilweise auf das Ergebniss eigener Untersuchungen sich stützend, hat nun die chemische Fabrik auf Aktien, vormals E. Schering, in Berlin ein Präparat hergestellt, welches dieselbe als Trikresol bezeichnet und dessen Eigenschaften und Vorzüge in einem Aufsatz in der Pharmaceutischen Zeitung[1]) näher beschrieben sind. Demnach sollen in dem Trikresol, die Kresole frei von allen Verunreinigungen, in dem gleichen, bereits im

1) Pharmaceutische Zeitung, 1893, Nr. 97.

Steinkohlentheer vorhandenen und von Schulze[1]) näher bestimmten Mengenverhältnis enthalten sein. Es bestehe somit aus 40% m-Kresol, 35% o-Kresol und 25% p-Kresol, sei, wie besonders in dem citirten Aufsatz hervorgehoben wird, fast ganz frei von Phenolen und Pyridinbasen. Ausser dem Vorzug, dass es die Instrumente und Hände nicht taub und schlüpfrig mache und billiger sei als alle anderen Kresolpräparate, wird von der Firma für dieses Präparat ohne weitere darüber angestellte Untersuchungen auch derselbe Desinfectionswerth angenommen, welchen Gruber bei dem von Kahlbaum in Berlin bezogenen Kresolgemisch gefunden hat.

Was nun zunächst die Reinheit des Trikresols und die behauptete fast völlige Abwesenheit von Phenolen anlangt, so macht Noerdlinger[2]) mit Recht darauf aufmerksam, dass nach den eigenen Angaben der Firma über den Siedepunkt des Präparates dies nicht zutreffen könne.

In dem von der Firma selbst verfassten Artikel über das Trikresol heisst es nämlich wörtlich:

„3. Das Präparat siedet von **185—205°** und zwar ungefähr in folgenden Abtheilungen:

— bis 183° C	=	— %
183—185° „	=	**4,3%**
185—190° „	=	5,3%
190—195° „	=	56,0%
195—202° „	=	34,4%

Wenn man nach Raupenstrauch[3]) auch nur die bis 185° C übergehenden Destillationsprodukte als dem Phenol zukommend auffasst, so geht doch daraus schon hervor, dass das Trikresol wenigstens 4,3% Carbolsäure enthalten muss. Noerdlinger macht übrigens der genannten Firma auch noch den Vorwurf, dass das von ihr hergestellte Trikresol gar kein neues Präparat darstelle, sondern dass sie dem alten Kresolgemisch nur einen neuen Namen gegeben habe und empfiehlt im Gegensatz zu

1) Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft, Bd. XX.
2) Apotheker-Zeitung, 1894, Nr. 16.
3) Archiv d. Pharm., 1891.

diesem Gemisch ein einheitliches Präparat, das von ihm hergestellte Kresolum purum liquefactum, das Hydrat des Orthokresols ($C_6H_4 . CH_3 . OH + H_2O$), welches ausser den Vorzügen der Billigkeit, leichten Wasserlöslichkeit, der Reinheit und der constanten Zusammensetzung noch in 1—¼% wässerigen Lösungen eine bedeutende keimtödtende Kraft besitze. Es muss weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben, diese Angaben zu prüfen, bis jetzt ist mir weder eine Bestätigung noch eine Widerlegung derselben von unparteiischer Seite bekannt geworden.

Was nun die weiteren Eigenschaften des in Rede stehenden Trikresols betrifft, so stellt dasselbe eine wasserklare, helle, nach Kreosot riechende Flüssigkeit dar, welche mit Wasser bis zu 2,5% eine vollständig klare, neutral reagirende Lösung gibt. Das specifische Gewicht des mir übergebenen Präparates beträgt bei 20°C 1,045. Da das Trikresol hauptsächlich in ½—1% Lösungen für klinische Zwecke zur Anwendung kommen sollte, so prüfte ich auf Veranlassung des Herrn Prof. Ahlfeld, Direktor der hiesigen geburtshilflichen Klinik, die Wirksamkeit dieser Concentrationen in Parallele mit einer 1% Phenollösung auf den Staphylococcus pyogenes aureus, den Streptococcus pyogenes longus et brevis und den Bac. pyocyaneus. Ich verwendete zur Untersuchung ausschliesslich bei Brüttemperatur gewachsene Bouillonculturen, welche bei Zimmertemperatur (15—17°C) mit einer genau gleichen Menge einer doppelt so starken Lösung der Desinfectionsflüssigkeit versetzt wurden. Nach einer bestimmten Zeit übertrug ich aus dieser Mischung eine ziemlich grosse Oese voll in ein Bouillonröhrchen, stellte dasselbe in den Brütschrank und beobachtete es durch 8—10 Tage auf ein eventuell auftretendes Wachsthum, nachdem speciell in der letzten Zeit wieder von Gruber darauf hingewiesen worden ist, dass manchmal erst nach 1—2 Wochen Bacterienentwicklung in solchen Röhrchen zustande käme. Es erwies sich in der That diese Vorsichtsmaassregel als nothwendig, indem auch bei meinen Versuchsreihen öfters erst nach mehreren Tagen in anscheinend sterilen Bouillonröhrchen Trübung durch Vermehrung der eingebrachten Keime eintrat. Erst wenn auch nach der oben ange-

gebenen Frist in den geimpften Bouillongläschen kein Wachsthum zu constatiren war, wurde das Ergebniss als „—“ in das Protokoll eingetragen. —

Durch mehrfache Versuche überzeugte ich mich, dass die in die Bouillon mit übertragene Menge der Desinfectionsflüssigkeit so gering ist, dass hierin nicht die Ursache für ein eventuelles Ausbleiben des Wachsthums liegen könne. Ausserdem wurden sämmtliche steril gebliebenen Röhrchen mit einer Oese einer Reincultur des betreffenden Mikroorganismus inficirt und durch die in allen Fällen auftretende Vermehrung ein weiterer Beweis für diese Thatsache erbracht.

Ein Vorversuch, den ich über die Wirksamkeit der 1% Trikresol- und 1% Carbollösung anstellte, führte zu folgendem Resultat:

Tabelle I.
1% Trikresollösung.[1])

Dauer der Einwirkung	Staph. pyog. aur.	Streptok. long.	Pyocyan.
1 Minute	—	—	—
2 »	—	—	—
3 »	—	—	—
4 »	—	—	—
5 »	—	—	—
6 »	—	—	—
7 »	—	—	—
8 »	—	—	—
9 »	—	—	—
10 »	—	—	—

Tabelle II.
1% Carbollösung.

Dauer der Einwirkung	Staph. pyog. aur.	Streptok. pyog. long.	Pyocyan.
5 Minuten	†††	—	†††
10 »	†††	—	††
15 »	†††	—	—
20 »	†††	—	—
30 »	†††	—	†

1) ††† Sehr üppiges Wachsthum. †† Ziemlich reichliches Wachsthum. † Spärliche Entwickelung. — Kein Wachsthum.

Wie aus Tab. I ersichtlich ist, erfolgt die Abtödtung der in Rede stehenden Bacterien in der 1% Trikresollösung bereits innerhalb einer Minute. Ich suchte nun einerseits diesen Zeitraum durch Ueberimpfen nach je 25 Secunden näher zu bestimmen und anderseits verglich ich die Wirkung einer 1/2% Trikresollösung mit der einer 1 und 2% Carbollösung.:

Tabelle III.

Staphylococcus pyog. aureus.

Dauer der Einwirkung	1% Trikresol	Dauer der Einwirkung	1/2% Trikresol	Dauer der Einwirkung	1% Carbol	Dauer der Einwirkung	2% Carbol
1/4 Min.	†††	1 Min.	†††	25 Min.	†††	1 Min.	—
1/2 »	†††	3 »	†††	30 »	†††	3 »	—
3/4 »	†††	5 »	†††	35 »	†††	5 »	—
1 »	—	10 »	†††	40 »	†††	10 »	—
5/4 »	††	15 »	†††	50 »	†††	15 »	—
1 1/2 »	—	20 »	†††	60 »	†††	20 »	—

Tabelle IV.

Bac. pyocyaneus.

Dauer der Einwirkung	1% Trikresol	Dauer der Einwirkung	1/2% Trikresol	Dauer der Einwirkung	1% Carbol	Dauer der Einwirkung	2% Carbol
1/4 Min.	—	1 Min.	†††	15 Min.	—	1 Min.	—
1/2 »	—	3 »	†††	20 »	—	3 »	—
3/4 »	—	5 »	†††	25 »	—	5 »	—
1 »	—	10 »	—	30 »	—	10 »	—
5/4 »	—	15 »	—	40 »	—	15 »	—
1 1/2 »	—	20 »	—	50 »	—	20 »	—

Da der Streptococcus pyog. longus, den ich kurz vor Beginn dieser Versuchsreihen aus einer Eiterprobe isolirt hatte, sich als ausserordentlich wenig widerstandsfähig erwiesen hatte, so benützte ich für die folgende Untersuchung einen lange Zeit im Institut fortgezüchteten Streptococcus pyogenes brevis. Derselbe zeigte sich speciell der 1% Carbol- und der 1/2% Trikresollösung gegenüber von ziemlicher Resistenz.

Tabelle V.

Streptococcus pyogenes brevis. 24 h Bouilloncultur.

Dauer der Einwirkung	1% Trikresol	Dauer der Einwirkung	½% Trikresol	Dauer der Einwirkung	1% Carbol	Dauer der Einwirkung	2% Carbol
¼ Min.	—	5 Min.	†††	5 Min.	†††	1 Min.	—
½ »	—	10 »	†††	10 »	†††	3 »	—
¾ »	—	20 »	†††	20 »	†††	5 »	—
1 »	—	40 »	†††	40 »	†††	10 »	—
5/4 »	—	60 »	†††	60 »	†††	15 »	—
1½ »	—	100 »	†††	100 »	†††	20 »	—
2 »	—	2 Std.	†††	2 Std.	†††	30 »	—
		3 »	†††	3 »	†††		
		4 »	†††	4 »	†††		
		5½ »	—	5½ »	—		
		7 »	—	7 »	—		

Aus diesen Tabellen ist die bedeutende Ueberlegenheit des Trikresol gegenüber dem Carbol in gleichprocentigen Lösungen ohne weiteres ersichtlich. Um festzustellen, innerhalb welcher Zeit der Staphylococcus pyog. aureus von einer ½% Trikresol- resp. einer 1% Carbollösung abgetödtet wird, stellte ich folgenden Versuch an:

Tabelle VI.

Staphylococcus pyogenes aureus.

Dauer der Einwirkung	¾ h	1 h	1¼ h	1½ h	1¾ h	2 h	4 h
1% Carbollösung	†††	†††	†††	†††	†††	—	—
½% Trikresollösung	†††	†††	†††	†††	†††	†††	—

Bei mehreren Controlluntersuchungen und Nachprüfung der gefundenen Resultate mit Culturen, welche 18—30 Stunden im Brütschrank verweilt waren, erhielt ich Ergebnisse, welche von den früheren nicht unbedeutend differirten. So erwies sich, um nur ein Beispiel anzuführen, eine Staphylococcencultur in einer 1% Carbollösung einmal bereits nach ½ Stunde als völlig abgestorben, während eine frühere, wie aus Tab. VI hervorgeht, der Wirkung desselben Desinfectionsmittels bis zu 2 Stunden widerstanden hatte. Gleiche Beobachtungen machte ich auch bei dem

Bac. pyocyaneus und da ausser dem Alter der Culturen — dasselbe hatte vorher zwischen 1—5 Tagen geschwankt — alle anderen Verhältnisse genau dieselben waren, so musste in diesem letzteren Umstand die Erklärung für das abweichende Verhalten liegen. Je älter die Bouillonculturen werden, desto mehr nimmt offenbar ihre Resistenz zu und von diesem Gedankengang geleitet, hat auch Schottelius[1]) zu seinen Untersuchungen über die Wirkung einiger Theerprodukte immer Mischungen von einigen Monate alten und frischen Bouillonculturen verwendet „um in jedem Fall sowohl die Dauerformen" (wenn dieselben wie er später hinzufügt, auch noch unbekannt sind) „der betreffenden Spaltpilzart, als auch ihre vegetativen Formen dem Desinficiens auszusetzen." Von anderen Autoren wurde dieser Erwägung bei ihren Untersuchungen kein Gewicht beigelegt und von denselben fast ausschliesslich nur junge 1—2 Tage im Brütschrank gewachsene Bouillonculturen verwendet. Es schien mir nun aber doch der Mühe werth zu sein, eine kleine Versuchsreihe darüber anzustellen, innerhalb welcher Zeit sich bereits eine Zunahme der Resistenz wahrnehmen lasse, und bis zu welcher Grösse dieselbe ansteige. Ich prüfte auf ihr diesbezügliches Verhalten 1, 3, 6 und 14 tägige Bouillonculturen des Staphyloccus pyog. aureus und des Bac. pyocyaneus und stelle die erhaltenen Resultate in den folgenden Tabellen zusammen:

Tabelle VII.
Staphylococcus pyog. aureus.

Dauer der Einwirkung	1 % Carbol				½ % Trikresol			
	1 täg.	3 täg.	6 täg.	14 täg.	1 täg.	3 täg.	6 täg.	14 täg.
1½ Stunden	†††	†††	†††		—	†††	†††	
2 „	—	—	†††		—	†††	†††	
2½ „	—	—	†††		—	—	†††	
3 „	—	—	†††		—	—	†††	
4 „			—	†††			—	†††
5 „				†††				†††
6 „				—				—

1) Münchener medic. Wochenschr., 1890, Nr. 19.

Tabelle VIII.
Staphylococcus pyog. in 1% Trikresollösung.

Dauer der Einwirkung in Min.	1/4	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	3	4
1 tägig	—	—	—	—	—	—	—	—		
3 »	—	—	—	—	—	—	—	—		
6 »	†††	†††	—	—	—	—	—	†	—	
14 »				—	—	—	—	—	—	—

Tabelle IX.
Bac. pyocyaneus.

Dauer der Einwirkung	1% Carbollösung				1/2% Trikresollösung			
	1 täg.	3 täg.	6 täg.	14 täg.	1 täg.	3 täg.	6 täg.	14 täg.
5 Minuten	—	†††	†††	†††	—	†††	†††	†††
10 »	—	†††	†††	†††	—	†††	†††	†††
15 »	—	—	—	—	—	—	—	—
20 »	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle X.
Bac. pyocyaneus in 1% Trikresollösung.

Dauer der Einwirkung in Min.	1/4	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	3
1 tägig	—	—	—	—	—	—	—	—
3 »	—	—	—	—	—	—	—	—
6 »	—	—	—	—	—	—	—	—
14 »	†††	—	—	††	†	—	—	—

Aus diesen Versuchen ist besonders bei dem Staphylococcus pyogenes aureus gegenüber der 1% Carbol- und der 1/2% Trikresollösung eine Steigerung der Resistenz zu ersehen. Weniger deutlich ist die Zunahme der Widerstandsfähigkeit bei dem Bac. pyocyaneus, obwohl auch hier ein Unterschied in dem Verhalten der Culturen gegenüber der 1% Trikresollösung wahrzunehmen ist. Weiterhin zeigt sich eine fast vollständige Uebereinstimmung des Desinfectionswerthes einer 1% Carbol- und einer 1/2% Trikresollösung und die bedeutende keimtödtende Kraft des Trikresols in 1% Lösung. Während 14tägige Culturen des Staphylococcus durch das Carbol in 1% Lösung erst

erst nach 6 Stunden abgetödtet wurden, starben sie in dem 1 % Trikresol bereits nach einer Minute ab.

Zur Prüfung der Desinfectionskraft des Trikresols gegenüber den Milzbrandsporen verwendete ich 2 und 2½ % Lösungen. Als Vergleichsdesinficiens diente eine 5 % Carbollösung. Die Sporenseidenfäden wurden, nachdem die zu untersuchende Desinfectionsflüssigkeit eine bestimmte Zeit eingeweicht hatte, gründlich in sterilem Wasser ausgewaschen und hierauf in Bouillon übertragen. Die steril gebliebenen Röhrchen wurden nach längerer Beobachtung mit einem unbehandelten Sporenseidenfaden beschickt, um durch die nun stattfindende Bacterien-Entwicklung nachzuweisen, dass die eventuell mitübertragenen Spuren der Desinfectionsflüssigkeit nicht an dem Ausbleiben des Wachsthums Schuld seien. Nachdem aus Vorversuchen sich ergeben hatte, dass mehrstündiges Einwirken der Trikresollösungen nicht im Stande ist, die Sporen abzutödten, liess ich die Desinfectionsflüssigkeiten Tage lang einwirken und sind die Resultate in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle XI.
Milzbrandsporen in

nach Tagen	5% Carbollösung	2½% Trikresollös.	2% Trikresollös.
1	†††	†††	†††
2	†††	†††	†††
3	†††	†††	†††
4	†††	†††	†††
5	†††	†††	†††
6	†††	†††	†††
7	†††	†††	†††
8	†††	†††	†††
10	†††	†††	†††
12	†††	†††	†††
14	†††	††	†††
16	†††	—	†††
18	††	†	†††
20	—	—	†††
23	††	—	††
28	—	—	—
30	—	—	—

Die 2% Trikresol- und die 5% Phenollösung zeigen in ihrer Fähigkeit, Milzbrandsporen abzutödten, somit fast ganz gleiches Verhalten. Energischer wirkt die 2½% Trikresollösung, indem in ihr diese Dauerformen bereits nach 20 Tagen endgiltig vernichtet waren, während dieselben nach 23tägigem Aufenthalt in 5% Carbol bei dem Uebertragen in Bouillons noch recht üppig auskeimten.

Was die Giftigkeit des Trikresols betrifft, so habe ich dieselbe in gleichprozentigen Lösungen niedriger gefunden, als die der Carbolsäure und Aronson[1]) ist, wie ich aus einer Randnotiz seines Artikels über das Diphtherie-Antitoxin ersehe, zu gleichem Resultat gelangt. Die Wirkung jedes der drei isomeren Kresole für sich im Vergleich mit dem des Phenols auf den Thierkörper hat übrigens bereits früher Meili[2]) zum Gegenstand einer eingehenden Untersuchung gemacht, wobei sich als Resultat ergeben hat, dass das p-Kresol das giftigste von den vier untersuchten Körpern ist. Ihm schliesst sich das o-Kresol an, welch letzterem wiederum das Phenol an Wirksamkeit nachsteht. Als der ungiftigste Körper erwies sich das m-Kresol. Da gerade dieses in überwiegender Menge (40%) in dem Trikresol enthalten ist, während von dem am stärksten wirkenden p-Kresol der Gehalt nur 25% beträgt, so erklärt sich aus dieser Zusammensetzung die verhältnismässige Ungiftigkeit des Präparates.

Die Erscheinungen, welche nach der Injection grösserer Mengen von Trikresol bei Kaninchen auftreten, sind fast ganz dieselben, die man nach der Einverleibung von Phenol oder von p.-, resp. von m- oder o-Kresol beobachtet und welche von Meili ausführlich beschrieben sind. Sie bestehen im wesentlichen im Absinken der Temperatur und der Athemfrequenz, Auftreten von erst leichteren, dann immer stärker werdenden Zuckungen, welche sich über den ganzen Körper hin verbreiten, Masseteren-Krampf, manchmal auch Speichelfluss und mehr oder weniger deutliche Verengerung der Pupille. Auf die Seite gelegt kann sich das Thier nicht mehr von selbst aufrichten oder

1) Berliner klin. Wochenschr., 1894, Nr. 19.
2) Inauguraldissertation, Bern 1891.

wenn dies im Anfangsstadium noch gelingt, so liegt es flach auf dem Bauche und ist ausser Stande, seine natürliche Haltung einzunehmen. Ist die tödtliche Dosis nicht erreicht, so hören die Krämpfe allmählich auf, die Temperatur kehrt langsam zur Norm zurück, das Thier kann sich wieder aufrichten und willkürliche Bewegungen ausführen. Bei Meerschweinchen ist das Krankheitsbild insoweit verschieden, als hier die Krämpfe ganz besonders deutlich ausgeprägt sind, während Speichelfluss und Verengerung der Pupille weniger hervortreten. — Ich gebe im Folgenden ganz kurz das Protokoll über die angestellten Thierversuche wieder, wobei ich bemerke, dass zu sämmtlichen Injectionen nur wässerige Lösungen genommen wurden, da das Paraffinum liquidum, welches von Meili als Lösungsmittel verwendet wurde, manchen Nachtheil für den Verlauf der Erscheinungen besitzt.

Kaninchen I, Gewicht 2500 g, erhält 0,5 g Carbol pro Kilo.

Sofort auftretende Zuckungen, reichlicher Speichelfluss, Absinken der Temperatur, todt nach 3/4 Stunden.

Kaninchen II, Gewicht 2500 g, erhält 0,4 g Carbol pro Kilo.

Nach 3 bis 4 Minuten Beginn der Krämpfe, welche mehrere Stunden dauern. Erholt sich nur ganz allmählich, ist jedoch am nächsten Tag wieder vollkommen munter.

Kaninchen III, Gew. 2300 g, erhält 0,25 g Trikresol pro Kilo.

Wenige Minuten nach der Injection liegt das Thier unter Zittern auf der Seite und kann sich nicht mehr von selbst erheben. Absinken der Temperatur, ganz geringer Speichelfluss. Masseteren-Krämpfe nicht zu beobachten. Nach 1 Stunde 20 Min. hat sich das Thier wieder so weit erholt, dass es sich, wenn auch noch von leichten Zuckungen befallen, von selbst aufrichtet. Nach 2 Stunden sind mit Ausnahme einer geringen Temperaturerniederung keine Krankheitssymptome mehr zu beobachten.

Kaninchen IV, Gew. 1905 g, erhält 0,4 g Trikresol pro Kilo.

Sogleich nach der Injection treten ziemlich starke klonische Krämpfe auf, welche nur allmählich schwächer werdend, bis zu 2½ Stunden andauern. Im Uebrigen dieselben Erscheinungen wie bei Thier III. Nach 1¼ Stunden vermag es sich wieder von selbst aufzurichten. Vollständige Erholung erst nach 4 Stunden.

Meerschweinchen 1, Gew. 380 g, erhält 0,5 g Carbol pro Kilo.

Nach einer Minute auftretende, zuerst schwächere, dann immer stärker werdende Krämpfe, welche die gesammte Körpermuskulatur betreffen. Absinken der Temperatur nach 1¼ Stunden bis auf 33,3, von da an beginnt

sie wieder zu steigen, so dass sie nach $2^1/_4$ Stunden bereits auf 34,7° C. steht. Um dieselbe Zeit werden auch die Zuckungen weniger intensiv, das Thier, welches bis jetzt willenlos auf der Seite gelegen war, richtet sich auf und vermag sich in dieser Haltung auch zu behaupten. Am nächsten und am übernächsten Tag ist es noch sichtlich krank und hat subnormale Temperatur, dann aber scheint es sich vollkommen erholt zu haben. Am 4. Tag in der Früh lag es jedoch todt in seinem Käfig.

Meerschweinchen 2, Gewicht 470 g, erhält 0,25 g Trikresol pro Kilo.

Die ganzen Erscheinungen sind bedeutend geringer als bei Thier 1, die Temperatur sinkt nur bis auf 37,4, nach 1 Stunde kann es sich bereits wieder willkürlich bewegen und erholt sich in den nächsten 2 Stunden vollständig.

Meerschweinchen 3, Gewicht 480 g, erhält 0,4 g Trikresol pro Kilo.

Im Allgemeinen dieselben Erscheinungen wie bei Thier 1, jedoch sinkt hier die Temperatur nur bis auf 36,8 und nach $1^1/_2$ Stunden ist bereits wieder deutliche Erholung und Zurückgehen der Krankheitserscheinungen zu beobachten. Nach 4 Stunden ist das Thier wieder munter.

Meerschweinchen 4, Gewicht 455 g, erhält 0,5 g Trikresol pro Kilo.

Das Krankheitsbild ist hier dem bei der Carbolvergiftung weitaus am ähnlichsten, es sinkt auch hier die Temperatur bis tief unter die Norm (33), jedoch ist auch diesmal die Erholung eine raschere und vollständigere. Nach 6 Stunden bereits zeigt das Thier wieder Fresslust und benimmt sich wie ein unbehandeltes.

Fassen wir die Ergebnisse der Untersuchung über die keimtödtende Kraft des Trikresols zusammen, so kann man demselben in gleichprocentigen Lösungen eine doppelt so starke bactericide Wirkung, als die der Carbolsäure ist, zuerkennen, eine dreifache Ueberlegenheit ist hingegen niemals zu constatiren gewesen. Ob sich dieses Präparat einen ständigen Platz unter den modernen Antisepticis erwerben wird, darüber kann nur die Erfahrung der Operateure entscheiden, immerhin sind die für klinische Zwecke genügende Wasserlöslichkeit, die relative Ungiftigkeit und die von Gruber angegebene und von mir bei einigen Versuchen gleichfalls constatirte geringere reizende Wirkung für die Haut, Vorzüge, welche der Einführung des Trikresols in die Praxis und zwar in $^1/_2$—1% Lösungen das Wort sprechen.

Hygienische Studien über Mehl und Brot.

Theil V: Beiträge zur physikalischen Beschaffenheit des Brotes.

Von

Prof. Dr. K. B. Lehmann,[1]
unter Mitwirkung von Dr. Georg Spiro.

(Aus dem hygienischen Institut in Würzburg.)

Es fehlt bisher unseres Wissens an einer methodischen Untersuchung der Porositätsverhältnisse des Brotes, obwohl einmal die ausserordentliche Verschiedenheit der einzelnen Brotsorten in dieser Hinsicht geradezu zu solchen Untersuchungen aufzufordern scheint, und andererseits möglicher Weise das Porenvolum die Porengrösse u. s. f. bei der Verdauung des Brotes eine mehr oder weniger wichtige Rolle spielen können.

---

1) Vorliegender Arbeit liegen theilweise Versuche zu Grunde, die Herr Spiro im Monat Juni 1893 in meinem Institut nach meinen Anweisungen angestellt hat und über die er im Juli 1893 in seiner Inauguraldissertation berichtete. Seitdem haben wir erst zusammen, dann ich allein die Versuche in mehreren Richtungen erweitert und ergänzt, besonders hoffe ich aber die Berechnung und Deutung der Resultate vielfach verbessert zu haben. Der Plan zur Arbeit war von mir Anfang Mai 1893 gefasst, Ende Mai erzählte mir Herr Prof. Prausnitz in Würzburg, dass auch er einige Beobachtungen über Porosität des Brotes gemacht habe, die er in der Festschrift für Herrn Geheimrath v. Pettenkofer mittheilen werde. Die letztere Publication (Jubelband XVII dieses Archiv's) wurde mir Mitte Juli zugänglich, nachdem Dr. Spiro's Arbeit vollkommen druckfertig war. K. B. Lehmann.

I. Porenvolum und Porengrösse des frischen Brotes.

Zuerst beschäftigten wir uns mit dem frischen Brote resp. mit Broten, die so gut konservirt waren, dass man aus der Mitte des Brotes herausgeschnittene Stücke für frisch erklären konnte, später wurden auch trockene (altbackene) Brote nach verschiedenen Richtungen untersucht. Stets wurde bloss Krume zur Untersuchung verwendet.

Untersucht wurde:

I. Spezifisches Gewicht des porenhaltigen Brotes.[1]) Mit einer Messingröhre wurde aus einer genau 5 cm hohen Brotscheibe ein Cylinder von 84,823 oder 63,617 ccm vorsichtig ausgestanzt und derselbe gewogen. Es wurden stets 2 meist aber 3 Untersuchungen zur Controle angestellt, die meist sehr gut stimmten:

Beispiel: Schweinfurter Schwarzbrot. Das Volum von 63,617 ccm wog in 3 aufeinanderfolgenden Versuchen 24,5 23,45 24,3 g.

Daraus berechnet sich ein specifisches Gewicht 0,38 0,37 0,38 für porenhaltiges Brot.

II. Specifisches Gewicht des porenfreien frischen Brotes. In eine mit Wasser calibrirte Messingdose von 10,545 ccm Inhalt wurde die frische Brotkrume so glatt fest und eben wie möglich hineingedrückt — eingeknetet und hierauf gewogen.

Beispiel: 10,545 ccm porenfreie Semmelkrume wog 14,83, beim Controlversuch 15,03.

Hieraus berechnet sich das spec. Gewicht der frischen porenfreien Semmelkrume zu 1,40 resp. 1,425.

III. Specifisches Gewicht der porenfreien Trockensubstanz. Ist a das Gewicht des porenfreien frischen Brotvolums v und b das Gewicht der Trockensubstanz, so ist $\frac{b}{v-(a-b)} = S_t$ das specif. Gewicht der porenfreien Trockensubstanz.

---

1) Prausnitz hat in der oben erwähnten Arbeit das specifische Gewicht ganzer Brote bestimmt, indem er das Brot wog und hierauf das Volum Wasser ermittelte, welches das mit einer dünnen Schicht Butter bestrichene Brot verdrängte. Die Resultate sind, da an mit Rinde versehenem Brot gewonnen, nicht streng mit unseren vergleichbar. Die Methode erscheint zweckmässig, setzt aber den Besitz intacter Laibe voraus.

Beispiel: Die sub II erwähnten 14,83 resp. 15,03 g frischer Substanz lieferten 8,44 resp. 8,625 g Trockensubstanz. Das Volum dieser Trockensubstanz betrug 10,545 — (14,83 — 8,44) = 4,155 resp. 10,545 — (15,03 — 8,625) = 4,14.

Daraus ergiebt sich das specifische Gewicht der Trockensubstanz $\frac{8,44}{4,155} = 2,03$ resp. $\frac{8,625}{4,14} = 2,08$.

IV. Porenvolumen. Bezeichnet S das specifische Gewicht des porenhaltigen Brotes, S_1 das des porenfreien Brotes, so ist das Porenvolum d. h. die in einem Volum Brot enthaltene Luftmenge in % des Brotvolums: $P_v = \frac{(S_1 - S)\ 100}{S_1}$.

Beispiel: Schweinfurter Schwarzbrot $P_v = \frac{(1,31 - 0,375)\ 100}{1,31}$ = 70,7 %.

V. Das Trockenvolumen. Mit diesem Ausdruck bezeichne ich das Volumen der Trockensubstanz von 100 ccm frischem Brot. Dasselbe berechnet sich, wenn man vom Volumen von 100 ccm Brot das Volum der Poren und das Volumen des enthaltenen Wassers abzieht. Da in der Mehrzahl der Analysen keine Wasserbestimmungen vorgenommen wurden, so lege ich in diesem Falle stets einen Wassergehalt von 42 % zu Grunde. Es wird dies nur unbedeutende Fehler zur Folge haben, da die ursprünglich etwas wasserreicheren Roggenbrote nicht ganz so frisch zur Untersuchung gelangten, wie die in Würzburg stets leicht, absolut frisch erhältlichen Semmel und Graubrote.

Beispiel: 100 ccm Würzburger Graubrote mit 41 % Wasser in der Krume wiegen 42 g und haben 70,7 % Porenvolum. In 100 ccm sind 100 — 70,7 — 41 · 0,42 = 100 — 70,7 — 17,2 = 12,1 ccm Trockensubstanz.

VI. Porengrösse[1]). Es wurde aus dem Brot eine Scheibe ausgeschnitten und auf derselben ein Kreis von 21,206 qcm eingedrückt. Die grösseren Poren auf dieser Fläche wurden nun

1) Genauere Resultate über die Porengrösse gäbe eine graphische Darstellung der Poren, ich dachte an Photographie bei etwa dreifacher Vergrösserung. Es wären dazu Schnitte ganz geeignet gewesen, die ich angefertigt

mit dem Maassstab gemessen, theilweise auch gezählt oder ihre Zahl geschätzt. Es wurde auf diese Ermittelungen nur wenig Zeit verwendet, die Angaben haben nur orientirenden Werth; nicht selten sind in verschiedenen Theilen des Brotes die Verhältnisse ziemlich verschieden, namentlich kommen ab und zu wahre Höhlen vor.

Die Resultate all' dieser Versuche ordnen wir in 2 Tabellen. Die erste giebt Auskunft über eine kleine Reihe von speciellen Versuchen zur Ermittelung des specifischen Gewichtes der porenfreien Brotsubstanz an Broten von genau bestimmtem Wassergehalt gewonnen:

Tabelle I.

	Wassergehalt	Spec. Gewicht frisch, porenfrei	Spec. Gewicht trocken, porenfrei
Westfälischer Pumpernickel	46,0	1,39	2,12
	46,4	1,40	2,17
Würzburger Graubrot	44,0	1,39	2,01
	43,5	1,41	2,08
Würzburger Weissbrot	41,6	1,40	1,96
	42,3	1,37	1,93
Würzburger Semmel	43,1	1,40	2,03
	42,5	1,42	2,08

Aus Tabelle I folgt: Die Unterschiede der spec. Gewichte der frischen und trockenen porenfreien Brotsubstanz sind bei der angewandten Methodik so klein, dass mir die Durchschnittswerthe

1,40 für frische Substanz (Wassergehalt 42—46%) und

2,05 für trockene Substanz

für weitere Berechnungen zu Grunde legen dürfen, wo nicht durch den direkten Versuch andere Werthe ermittelt sind. Es

hatte, um Unkrautfragmente im Brote aufzufinden. Da unser Institut keinen photographischen Apparat besitzt und Versuche, Brot auf berussten Glasplatten u. dgl. abzudrucken nicht genügend ausfielen, so begnügten wir uns mit rohen Messungen. Prausnitz hat (a. a. O.) zwei hübsche Vergrösserungsbilder (30 fach) mit dem Zeichenprisma gegeben. Bei der grossen Verschiedenheit, die in manchen Broten von Quadratcentimeter zu Quadratcentimeter in der Porosität obwaltet, scheint mir eine schwächere Vergrösserung entschieden vorzuziehen.

hat auch die Zusammensetzung des Brotes aus Roggen- oder Weizenmehl keinen deutlichen Einfluss auf das specifische Gewicht der porenfreien Substanz. — Es mag gerne zugegeben werden, dass diese Zahlen noch nicht den allerhöchsten Anforderungen an Genauigkeit entsprechen, aber für den Gebrauch, den wir davon machen werden, reicht die Genauigkeit durchaus hin.

Tabelle II (S. 220) giebt eine Uebersicht über unsere Untersuchungen an 15 Brotsorten, wobei wir den Hauptnachdruck auf die Bestimmung des Porenvolums legten. Es wird auffallen, dass das direct ermittellte specifische Gewicht der porenfreien Brotsubstanz bei einigen Gliedern der Reihe statt 1,40 wie in den eben mitgetheilten Versuchen nur 1,29 — 1,31 beträgt.

Es erklären sich diese niedrigen Werthe offenbar so, dass das Brot, wenn es eben etwas einzutrocknen beginnt (»altbacken« wird) früher seine plastischen Eigenschaften als seinen Wassergehalt in nennenswerthem Maasse verliert, specielle Versuche zum Beweise dieser Erklärung sind keine gemacht, nie ergab aber ein wirklich frisches Brot ein nennenswerth von 1,4 abweichendes specifisches Gewicht, stets zeigten leicht getrocknete Brote nicht höhere sondern niederere Gewichte der porenfreien Substanz.

In der Tabelle haben wir deshalb neben der in Kleindruck mitgetheilten Rubrik: Porenvolum unter Zugrundlegung des jedesmal ermittelten specifischen Gewichts der porenfreien Substanz auch die gleiche Rechnung für das spec Gewicht 1,40 durchgeführt. Wir geben diese Zahl grossgedruckt und betrachten sie als maassgebend.

Aus Tabelle II lassen sich folgende Ergebnisse ableiten:

1. Das specifische Gewicht des porenhaltigen Brotes schwankt von 0,24 — 1,0 es hängt ganz vom Porenvolum ab.

2. Im allgemeinen haben die kleinstporigen Brote das kleinste, die grossporigen das grösste Porenvolum, und auch im einzelnen lässt sich der Satz darthun, dass Gesammt-Porenvolum und Porengrösse ziemlich genau parallel gehen.

3. Je gröber die Zermahlung der Mehle, um so kleiner das Porenvolum. Es erklärt sich dies theilweise einfach dadurch, dass

(Fortsetzung des Textes auf S. 222).

Tabelle II
Specifisches Gewicht, Porengrösse und Porenvolum frischer Brotsorten.

Brotsorte	Mehlsorte	Gärungserreger	Porengrösse	Bemerkungen	Spec. Gew. des porenhalt. Brotes	Spec. Gew. des porenfr. Brotes¹)	Porenvolumen unt. d. Annahme des direct ermittelt spec. Gew d. porenfreien Subst.¹) %	Porenvolumen unt. d. Annahme des spec. Gew. 1,10 d. porenfreien Brotes %	Trockenvolumen
1. Kunst - Pumpernickel. Sökeland. Berlin	Feinzermahlenes Roggenschrot	Wohl nur Mehlbacterien	Poren mit blossem Auge kaum zu sehen, klein (0,5 bis 1 mm) aber zahlreich. Grösste Poren etwa 2 mm im Durchmesser	sehr dunkel	0,92	1,30	29,2	34,3	27,1
2. Westfälischer Pumpernickel. Modersohn. Lippstadt	Grobes Roggenschrot	Wohl nur Mehlbacterien		sehr dunkel	1,0	1,31	26,6	28,5	29,5
3. Niederrheinisches Schwarzbrot. Grevenbroich	Grobes Roggenschrot	Mehlbacterien oder Sauerteig	Kleinporige Brote. Durchschnittlicher Porendurchmesser 2 bis 3 mm, daneben sehr viele noch kleinere von 1 mm und darunter. Grösste Poren etwa 4 mm, doch sind dieselben sehr spärlich vertreten, keine grossen Poren. Das bayerische Commissbrot zeigt unter dieser Gruppe die grössten Poren	sehr dunkel	0,71	1,29	45,2	49,2	21,0
4. Pommer'sches Schwarzbrot (Hausbrot aus Holm bei Treptow a. R.	Grobes Roggenmehl	Sauerteig		sehr dunkel	0,62	1,344	54	55,7	18,3
5. Bayerisches Commissbrot. Würzburg	Grobes Roggenmehl?	Sauerteig		dunkel	0,54	1,36	60,2	61,4	15,9
6. Leipziger Roggenbrot von Steinmetz	Decorticirtes mittelfeines Roggenschrot	Sauerteig		dunkel	0,51	1,307	60,9	63,5	15,1
7. Oberschles. Schwarzbrot. Hausbrot aus Beuthen	Mittleres Roggenmehl	Sauerteig		sehr dunkel	0,49	1,36	63,9	65	14,4

8. Grahambrot Würzburg	Grobes Weizenschrot	Hefe		hellgraubraun	0,50	1,40	64,3	64,3	14,7
9. Oberschlesisches Graubrot. Rosenberg. Vom Bäcker	Besseres Roggenmehl u. ordinäres Weizenmehl gemischt	Sauerteig		grau	0,48	1,35	64,4	65,7	14,1
10. Würzburger Roggenbrot, sogen. Schweinfurterbrot	Besseres Roggenmehl	Sauerteig	Mittelporige Brote. Mittlere 2 bis 3 mm, daneben auch noch kleinere bis zu 0,5 mm herab. Stets finden sich aber auch einzelne grosse Poren bis zu 20 mm	dunkelgrau	0,41	1,31	68,7	70,7	12,1
11. Würzburger Graubrot, sogen. Schwarzbrot	Besseres Roggenmehl u. ordinäres Weizenmehl gemischt	Sauerteig		hellgrau	0,41	1,32	69	70,7	12,1
12. Würzburger Weissbrot	Weizenmehl	Hefe		weiss	0,37	1,34	72,4	73,5	11,0
13. Liebig's Gesundheitskuchen	Feines Weizenmehl, Butter, Eier, Zucker	Weinsäure und Natriumbicarbonat	Grossporige Brote. Aleuronatbrot: Mittl. Porengrösse 3 bis 4 mm, kleinste 1 mm, grösste 10 mm. Auf einer Fläche von 21,2 qcm sind 19 Poren grösser als 0,5 zu finden. Semmel: Mittlere Porengrösse 5 mm, kleinste 1 mm, grösste 25 mm, auf einer Fläche v. 21,2 qcm 6 Poren mit über 1 cm grösst. Durchmesser	weissgelb	0,34	1,36	75	75,7	10,0
14. Aleuronatbrot	Weizenmehl, Aleuronat	Hefe		graulichweiss	0,37	1,41	73,7	73,5	11,0
15. Würzburger Semmel	Feines Weizenmehl, Milch	Hefe		weiss	0,24	1,37	82,4	82,8	7,1

1) Ueber die Gründe, warum die Zahlen dieser Rubrik meist zu niedrig ausgefallen sind und alle eigentlich durch 1,40 zu ersetzen wären, vergl. S. 219.

sich aus grobgeschrotetem Getreide kein sehr plastischer Teig bereiten lässt, der grosse Poren fest umschliesst, zweitens natürlich durch die Compactheit der gröberen Fragmente, es gilt dies sowohl von Roggen als von Weizenmehl.

	Porenvolum		Porenvolum
Roggenschrotbrot	28,5 — 49,2	Weizenschrotbrot	64,3
Roggenmehlbrot	55,7 — 70,7	Weizenmehlbrot	73 — 83

Prausnitz hat a. a. O. (S. 640) ebenfalls ausgesprochen, dass der Zermahlungsgrad von Einfluss auf die Porosität sei und zwar in dem Sinne, dass feines Mehl das spec. Gewicht des Brotes herabsetze. Da ich einen Beweis in dieser Richtung in den dort kurz publicirten Angaben nicht finden kann, so täusche ich mich wohl nicht, dass derselbe in einer anderen Arbeit folgen wird. Besonders interessant wäre es, wenn Prausnitz beweisen könnte — was mir seine Ansicht zu sein scheint — dass auch noch ein Unterschied zwischen mittelfeinen und feinsten Mehle in ihrem Einfluss auf die Porosität besteht. Ich bekenne, dass ich daran bisher nicht gedacht hatte und mir den Unterschied zwischen Weissbrot Porenvolum 74 und Semmel Porenvolum 83 % bisher eher durch die Beimischung der Milch zur Semmel, durch das rasche Backen der kleinen Gebäcke u. dgl. erklärt hatte. Auch aus meinen Roggenmehlbroten möchte ich nicht wagen einen Einfluss von mittlerem und feinem Mehl herauszulesen.

4. Weizenbrote haben im allgemeinen ein hohes Porenvolum (76 — 83 %) und grosse Poren, Roggenbrote zeigen ein kleineres bis sehr kleines Porenvolum und kleinere Poren.

Ich hatte mir die Thatsache, dass die Weizenbrote das höchste Porenvolum besitzen dadurch erklärt, dass sie mit Hefe bereitet werden; aus der Arbeit von Prausnitz ersah ich, dass dieser Forscher dem Weizenmehl als solchem die Eigenschaft zuschreibt porösere Gebäcke zu liefern als Roggenbrot. Die von ihm gefundenen, mitgetheilten 4 Werthe lassen sich in diesem Sinne verwenden. Prausnitz führt aber selbst S. 640 ein Brot aus 75 % Roggenmehlauszug und 25 % feinem Weizenmehl an, das mit Hefe bereitet ein spec. Gewicht von nur 0,366 hatte, also

das reine Weizenbrot mit 0,389 übertraf, von dem leider nicht gesagt ist, wie fein das Mehl war, das zu seiner Bereitung diente.

Um mir selber durch ein experimentum crucis ein Urtheil in dieser Frage zu verschaffen, liess ich vom Bäckermeister Neuland in Würzburg

1. Brot aus Weizenmehl mit Sauerteig
2. Brot aus Roggenmehl mit Hefe herstellen.

Das Resultat war:

1. Weizensauerteigbrot. Schön aufgegangen. Poren klein bis mittelgross. Mittlere Porengrösse 2 bis 3 mm, aber es sind auch zahlreiche von 4 bis 10 mm vorhanden. Spec. Gewicht 0,38, Porenvolum 72,8, Wassergehalt ganz frisch 45,9, Acidität 4,8 ccm Normallauge für 100.

Das Weizenhefebrot der Tabelle I zeigt 0,37 spec. Gewicht und 73,5 Porenvolum.

2. Roggenhefebrot. (Flache Kuchen von 6 Pfd. 2 Versuche.)

a) Schlecht aufgegangen. Am Boden etwas wasserstreifig, Rinde der Decke beim Backen abgelöst. Poren klein 1—2 mm, nur sehr spärlich solche über 3 mm. Spec. Gewicht 0,491 Porenvolum 65,8.

b) Der Bäcker wurde ermahnt sein bestes zu leisten. Etwas besser aufgegangen, Poren etwas grösser. Obere Rinde auch abgehoben. Spec. Gewicht 0,41, Porenvolum 70,7, Wassergehalt 49,5 (!). Roggenbrot mit Sauerteig der Tabelle I zeigt 0,41 spec. Gewicht und 70,7 % Porenvolum.

Es zeigt also Roggenhefebrot sogar ungünstigere Porositätsverhältnisse als Weizensauerteigbrot, und es muss somit der Satz lauten wie oben (sub 4) angeführt, und nicht wie ich ursprünglich schreiben wollte: Hefebrote übertreffen an Porenvolum und Porengrösse Brote, deren Teig durch Sauerteig oder die Mehlbacterien allein gelockert ist.[1])

5. Sehr interessante Zahlen zeigt der Stab: Trockenvolum: Keine andere Betrachtungsweise zeigt so deutlich, wie fein die Mehlmasse im Brot vertheilt, wie stark sie aufgelockert ist.

1) Vergl. K. B. Lehmann. Ueber die Sauerteiggärung und die Beziehungen des Bacillus levans zum Bacillus coli communis. Centralbl. f. Bacteriol. 1894.

Enthalten die schweren porenarmen Roggenbrote noch 27,1 Volumenprocente Trockensubstanz, so sinkt dieselbe bis auf 9 Volumenprocente bei den Semmeln, auch bei den üblichen Schwarz-, Grau- und Weissbroten aus feinzermahlenem Mehl bewegt sie sich um 13—15% herum. Es ist also die Mehltrockensubstanz in den verschiedenen Broten auf ihr 4faches bis 11faches Volum gebracht und in dieser feinen Vertheilung natürlich den Verdauungssäften in sehr vermehrtem Maasse zugänglich.

II. Veränderungen der Porositätsverhältnisse beim Trocknen.

1. Veränderungen des Gesammtvolums beim Trocknen.

Lässt man entrindete kreisförmige Brotscheiben bei Zimmertemperatur austrocknen, so schrumpft der Durchmesser der Scheiben.

Tabelle III.

Durchmesser entrindeter Brotscheiben.

Sämmtliche Versuche gleichzeitig bei gleicher Zimmertemperatur (bei Tag ca. 20° C., Nachts 4 bis 6° C.). Höhe der Scheiben 5 cm.

Brotsorte	Nach				
	0 Tag	1 Tag	2 T.	3 T.	4 T.
Semmel	4,8	4,4	4,1	4,1	4,1
Weissbrot a)	6,9	6,3	6,1	6,0	6,0
» b)	6,9	6,3	6,0	5,9	5,9
Graubrot a)	6,9	6,4	6,2	6,0	6,0
» b)	6,9	6,3	6,1	6,0	6,0
Pumpernickel a)	6,9	6,5	6,5	6,4	6,2
» b)	6,9	6,6	6,6	6,3	6,2

Es nimmt also bis zur völligen Austrocknung der Durchmesser einer Semmelscheibe um 14,6%, Weissbrotscheibe um 13,8, Graubrotscheibe 13,1, Pumpernickelscheibe 10,0 ab.

Rechnet man aus Tabelle III die Flächenverkleinerung in % der anfänglichen Fläche aus, so ergiebt sich:

Tabelle IV.
Procentische Oberflächenabnahme rindenfreier Brotscheiben.

Brotsorte	Nach					Gesammt-abnahme
	1 Tag	2 T.	3 T.	4 T.	5 T.	
Semmel	16,2	13,1	0	0	0	29,3%
Weissbrot a) . .	16,6	6,2	3,2	0	0	26,0 »
» b) . .	16,6	9,2	3,3	0	0	29,1 »
Graubrot a) . .	13,9	6,1	6,3	0	0	26,3 »
» b) . .	16,6	6,2	3,2	0	0	26,0 »
Pumpernickel a) .	11,2	0	3,0	6,1	0	20,3 »
» b) .	8,5	0	8,8	3,1	0	20,4 »

In einer besonderen Versuchsreihe wurde die Volumsabnahme von Brotcylindern bestimmt, indem Cylinder von 5 cm Durchmesser und 5 cm Höhe in einem kühlen Zimmer der Schrumpfung überlassen wurden. Neben den Messungen der Blöcke gingen Wägungen her, um zu bestimmen, bei welchem Wassergehalt das Maximum der Schrumpfung zu beobachten sei. Nur die Versuche an Grau- und Weissbrot ergaben ein brauchbares Resultat, die Pumpernickelcylinder bekamen trotz der niederen Temperatur des Raumes alsbald Sprünge und so unregelmässige Formen, dass man sie nicht ordentlich messen konnte.

Tabelle V.
h = Höhe, d = Durchmesser, frisch = 5 cm.

	Graubrot				Weissbrot			
	I		II		I		II	
	h	d	h	d	h	d	h	d
nach 1 Tag . . .	4,5	4,5	4,6	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
nach 2 Tagen . . .	4,4	4,4	4,3	4,3	4,3	4,4	4,3	4,2
nach 3 Tagen . . .	4,3	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
nach 4 Tagen . . .	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,1	4,1	4,2

Gewicht. h u. d = 5 cm.

	Pumpernickel	Graubrot		Weissbrot	
		I	II	I	II
frisch	72,0	35,5	34,65	33,5	32,9
nach 1 Tag	65,0	29,4	29,7	28,3	28,5
nach 2 Tagen	61,2	26,3	27,1	26,7	27,0
nach 3 Tagen	59,0	24,5	24,3	24,2	24,8
nach 4 Tagen	55,7	22,7	22,9	21,9	22,0
nach 5 Tagen	55,5	22,7	22,8	21,75	21,8
Im Trockenschrank getrocknet	39,15	19,1	18,7	18,2	18,3

Die Schrumpfung hörte also auch im kühlen Zimmer schon nach 4 Tagen bei allen Brotsorten auf, betrug in allen Dimensionen gleich viel d. h. 16 % beim Graubrot und 17 % beim Weissbrot, die cubische Abnahme war 40,9 resp. 42,2 %. Die Schrumpfung ist weit rascher vollendet als die Wasserabgabe; das vollkommen geschrumpfte Brot enthält noch 17 % (Graubrot) resp. 15½ % (Weissbrot) an Wasser, durch Verdampfen dieses Wassers im Trockenschrank änderte sich das Volum nicht mehr wesentlich.

Spätere Versuche ergaben etwas abweichende Resultate: Einige 4 cm im Durchmesser und 5 cm in der Höhe messende Brotcylinder Graubrot mit Hefe und Graubrot mit Sauerteig, verloren bei circa 3 wöchentlicher Lagerung im Zimmer bei circa 20° Celsius (Mai)

I	II	III	IV	V	VI	VII
34,6	34,6	38,1	34,5	33,6	38,7	34,6

Procente ihres Volums und trockneten dabei bis auf einen Wassergehalt von etwa 12 % aus. Jetzt in den Trockenschrank gebracht, betrug die Volumabnahme gegen den frischen Zustand:

I	II	III	IV	V	VI	VII
41,8	41,2	47,0	43,9	42,7	46,3	41,8

Es war also hier eine deutliche mässige weitere Schrumpfung im Trockenschrank unverkennbar, entsprechend der unvollkommneren vorherigen Schrumpfung im Zimmer.

Etwas anders gestalten sich die Veränderungen des Brotvolums, wenn die Rinde an den Brotscheiben daran bleibt. Gemessen wurde an den natürlich ovalen oder kreisförmigen Scheiben von etwa 1 cm Dicke täglich die grösste Länge und grösste Breite und das Product dieser Zahlen mit dem Producte des ersten Tags in Beziehung gesetzt. Beispiel: Semmel.

	grösste Länge	grösste Breite	Product	Abnahme um % der Anfangsfläche
frisch	8,6	8,2	70,52	
nach 1 Tag . .	8,2	7,9	64,78	7,2 %
nach 2 Tagen .	8,1	7,7	62,37	4,4 %
nach 4 Tagen .	7,9	7,6	60,04	3,3 %
nach 6 Tagen .	7,9	7,6	60,04	0 %
			Gesammtabnahme	14,9 %

Die folgende Tabelle giebt die übrigen ermittelten Werthe.

Tabelle VI.

Brotsorte	Oberflächenabnahme nach 1 Tag	2 Tagen	4 Tagen	Summe
	%	%	%	%
Semmel	7,2	4,4	3,3	14,9
Aleuronatbrot	4,8	2,0	2,0	8,8
Würzburger Weissbrot	3,4	4,5	1,5	9,4
Würzburger Schwarzbrot (Graubrot)	4,2	4,1	1,5	9,8
Schweinfurter Schwarzbrot	3,1	3,5	1,1	7,7
Grahambrot	3,8	3,3	2	9,1

Diese Zahlen stellen verglichen mit denen von Tabelle IV sehr niedrige Werthe dar, es tritt sehr deutlich hervor, dass die umgebende relativ starre Rinde die Schrumpfung der Brotoberfläche kräftig verhindert. Der Unterschied der Schrumpfung zwischen Semmel und Weissbrot tritt hier noch deutlicher hervor als an den rindenlosen Stücken, weil die zarte Semmelrinde dem Schrumpfen der Krume einen geringeren Widerstand entgegensetzt als die derbere Brotrinde.

Bei besonders fester Rinde ist die Oberflächenabnahme eines Brotstücks zuweilen nur minimal; so ergab ein Versuch gleichzeitig mit berindetem und rindenfreiem Würzburger Graubrot angestellt, einmal

Unberindet 26,25 % Abnahme. Berindet 5,1 % Abnahme.

2. Veränderung der Porengrösse und des Porenvolums beim Trocknen.

Für das rindenfreie Brot lässt sich a priori angeben, dass die Poren sich verkleinern müssen durch das Schrumpfen der Gerüstsubstanz. Da das Gesammtvolum eines Brotstücks um ca. 36% abnimmt, so erscheint es von vorne herein unmöglich, dass diese Abnahme allein auf die nur ca. 25 % des Brotblocks betragende Brotsubstanz kommt, sondern es müssen sich auch die Poren verkleinern.

Wenn sich das Gesammtvolum und die Poren proportional verkleinern, so ist es denkbar, dass das procentische Porenvolum gleich bleibt, wir können aber ohne Versuche nicht wissen, ob

diese mögliche Voraussetzung wirklich zutrifft. Zudem ist zu bemerken, dass mit dem Verdunsten von Wasser aus dem Brotgerüst neue **secundäre** feine Poren auftreten müssen.

Noch complicirter werden die Verhältnisse, wenn eine straffe Rinde bewirkt, dass die sich contrahirende Brotsubstanz nur schwer die Poren zusammendrücken kann. Zur experimentellen Aufklärung dieser Verhältnisse dienten folgende Versuche:

Es wurden an rindenfreien Brotstücken die Veränderung der Hauptdimensionen einiger besonders grosser Poren möglichst genau gemessen, die Brotscheiben wurden im geheizten Zimmer in einer Tischschublade aufbewahrt.

Die Resultate giebt Tabelle VII, die nebeneinanderstehenden Zahlen geben die beiden gemessenen Durchmesser an.

Tabelle VII.

Weissbrot						
frisch . . .	0,5	0,7	0,5	0,3	0,5	0,4
nach 24 Std. .	0,4	0,6	0,4	0,3	0,4	0,4
nach 48 Std. .	0,4	0,6	0,4	0,3	0,4	0,3

Hierauf keine weitere Abnahme.

Also Flächenabnahme der drei gemessenen Poren um 31, 20 und 40%, also im Durchschnitt 30%.

Graubrot						
frisch . . .	0,6	0,8	0,7	0,3	0,6	0,7
nach 24 Std.	0,6	0,6	0,5	0,25	0,5	0,6
nach 48 Std.	0,6	0,6	0,5	0,2	0,5	0,5

Hierauf keine weitere Abnahme.

Also Flächenabnahme der drei gemessenen Poren um 25, 53 und 41%, also im Durchschnitt etwa 40%.

Es zeigt sich wie vorausgesehen durchweg ein Schrumpfen der messbaren Poren.

Der Versuch wurde mit Brotscheiben, die mit der Rinde in Verbindung gelassen waren, wiederholt. Die Resultate giebt Tabelle VIII wieder.

Tabelle VIII.

Würzburger Graubrot mit Rinde.

Längs- und Querdurchmesser von 6 Poren in Centimeter in ihren Veränderungen durch die Schrumpfung.

	Pore I		Pore II		Pore III		Pore IV		Pore V		Pore VI	
frisch . . .	1,5	0,5	3,2	1,2	4,0	1,8	2,3	1,4	0,6	0,5	0,8	0,4
nach 24 Std. .	1,5	0,5	3,0	1,0	3,5	1,5	2,0	1,3	0,6	0,5	0,8	0,4
nach 48 Std. .	1,5	0,5	2,9	1,0	3,4	1,5	2,0	1,3	0,6	0,4	0,7	0,4
nach 72 Std. .	1,5	0,4	3,0	1,1	3,6	1,1	2,0	1,2	0,6	0,4	0,7	0,4
nach 96 Std. .	1,5	0,4	3,1	1,1	3,5	1,1	2,0	1,2	0,6	0,4	0,7	0,4

Poren I bis IV lagen in der Peripherie V und VI im Centrum der Brotscheibe. Es lohnt wohl nicht, aus diesen objectiv ermittelten schwankenden Zahlen genauer die procentische Verkleinerung der Poren zu berechnen, dieselbe ist eine mässige und recht unregelmässige. Ich verzichte deshalb auch auf die Wiedergabe ähnlicher Tabellen über Weissbrot und Semmel, die analoge unregelmässige Resultate aufweisen.

Die Veränderung des Gesammtporenvolums sollte man scheinbar leicht direct berechnen können, indem man für jedes Stadium der Austrocknung das Volum des Blockes und das specifische Gewicht der porenfreien Substanz bestimmt, wie dies eingangs für das frische Brot geschehen ist. Es wurde auch dieser Weg versuchsweise eingeschlagen, wir scheiterten aber alsbald daran, dass wir wie oben (S. 219) angedeutet, das specifische Gewicht der porenfreien Substanz im trocknenden Brote nicht regelmässig wesentlich höher, sondern meist etwas niedriger fanden als im frischen porenfreien Brote. Es konnte dies nur darin seinen Grund haben, dass es unmöglich war, das altbackene Brot so lückenlos zusammenzudrücken, wie das frische, und wir verzichten daher auf die Wiedergabe der offenbar unrichtigen von uns direct ermittelten Werthe.

Dagegen führt ein Umweg sicher zum Ziel: Das spec. Gewicht der porenfreien Brottrockensubstanz ist oben zu 2,05 bestimmt worden.

Die Schrumpfung der Brote hört, wie oben angegeben, oft schon auf, wenn das Brot noch 17% — 15½% Wasser enthält, die Trocknung schreitet aber im Zimmer leicht fort bis 12—13° (was dem Wassergehalt der lufttrockenen Mehles entspricht) ja im stark geheizten Zimmer haben wir Abnahme bis auf 6—8% beobachtet.

Es soll nun für einen Brotblock gezeigt werden wie sich vom Moment der vollkommenen Schrumpfung an das Porenvolum bei 17% bei 13% und bei 0% Wasser gestaltet.

Ein Block von 98,21 ccm Graubrot wiegt frisch bei 46% Wassergehalt 34,17 g. Spec. Gewicht = 0,348, Porenvolum 74,9. Die Berechnung des Porenvolums ist — abweichend von der oben

für Tabelle II durchgeführten Rechnung folgendermaassen angestellt.

Wir erhalten das Porenvolum, wenn wir von dem Volum 100 erst das Volum des in 100 ccm Brot enthaltenen Wassers, dann das Volum der Trockensubstanz abziehen. In unserem Falle haben wir also zu rechnen:

$$100 - \left(34,8 \cdot 0,46 + \frac{34,8 \cdot (1 - 0,46)}{2,05}\right) = 74,9$$

34,8 ist das Gewicht von 100 ccm Brot, 46 % der Wassergehalt, 2,05 das spec. Gewicht der Trockensubstanz.

Bei einem Wassergehalt von 17 % ist der gleiche Block auf 62,4 ccm geschrumpft, 100 ccm frisches Brot wären auf 63,5 geschrumpft. Das Gewicht beträgt 22,2 g, 100 ccm wogen noch 22,6 g. Spec. Gewicht = 0,35, Porenvolum 79,6.

Berechnet nach

$$63,5 - \left(22,6 \cdot 0,17 + \frac{22,6 \cdot (1 - 0,17)}{2,05}\right) \cdot \frac{100}{63,5}.$$

Bei einem Wassergehalt von 13 % ergiebt die analog durchgeführte Rechnung. Spec. Gewicht = 0,337, Porenvolum 81,3.

Bei 0 % Wassergehalt. Spec. Gewicht = 0,29, Porenvolum 85,7 [1]).

Es nimmt also, wie einwandfrei gezeigt ist, trotz des Schrumpfens der praeexistirenden Poren durch Schrumpfen der Brotsubstanz und Freiwerden neuer Poren, die vorher mit Wasser gefüllt waren, das Porenvolum des rindenfreien Brotes mässig zu.

Wie eine einfache Ueberlegung ergibt, ändert sich beim Trocknen ohne Rinde das Porenvolum am wenigsten bei den Broten mit grossem Porenvolum und geringem Gehalt an Brotsubstanz, am stärksten nimmt das Porenvolum bei den schweren Schwarzbroten zu, in deren massiger Substanz durch Wasserverdunstung sehr reichlich secundäre Poren entstehen.

Es ist nun noch die Frage zu untersuchen, wie sich das specifische Gewicht der porenhaltigen Brotsubstanz beim Austrocknen im Laib ändert. Hierzu wurde aus gleichzeitig gekauften

---

1) Die im weiteren Verlauf gemachten Beobachtungen (vergl. S. 226) lassen diese Zahl zu hoch erscheinen, da im Trockenschrank ein weiteres Schrumpfen um etwa 5 % eintritt.

Brotlaiben an aufeinanderfolgenden Tagen Brotcylinder ausgestanzt, dieselben gewogen und durch das bekannte Volum dividirt:

Graubrot ganz frisch: Wassergehalt 46,0, spec. Gewicht im Mittel aus 3 Blöcken 0,347, Porenvolum 74,9.

Graubrot 4 Wochen im Laib im kühlen Zimmer aufbewahrt: Wassergehalt 40,1%, spec. Gewicht 0,369, Porenvolum 74,4.

Ein dritter Laib wurde längere Zeit im geheizten Zimmer aufbewahrt, die Krume war so zerklüftet, dass der Versuch nicht vorgenommen werden konnte.

Höchstwahrscheinlich wird auch im Inneren der Brotlaibe, namentlich bei den kleinporigen Broten, bei fortschreitendem Austrocknen das Porenvolum schliesslich grösser als im frischen Brote, in dem Zustande aber, in dem das Brot »altbacken« gegessen wird, ist sein Porenvolum nicht wesentlich von dem des frischen Brotes verschieden.

III. Zusammenhang der Poren.

Man kann sich die Poren eines Brotes als von einander unabhängige, abgeschlossene, von Teig umgebene Hohlräume vorstellen oder man kann sich die Poren durch Verbindungskanäle zusammenhängend denken. Dass diese letztere Vorstellung für grossporige Brote absolut richtig ist, ergibt schon eine sorgfältige Betrachtung eines solchen Stückes; man kann auch mit einer Borste sehr leicht derartigen Kanälen nachgehen.

Auch die folgenden Versuche haben durchweg Resultate geliefert, die für eine Communication der Poren untereinander sprechen.

1. Luftdurchlässigkeit des Brotes.

Die Untersuchungsmethode war die von v. Pettenkofer zur Prüfung der Luftdurchlässigkeit von Baumaterialien angegebene. Es wurden aus den einzelnen Broten mittelst einer Röhre Cylinder von 3 cm Höhe ausgestanzt, so dass in allen Fällen das gleiche Volumen in Betracht kam. Der Brotcylinder wurde sodann ringsum mit geschmolzenem Paraffin bestrichen und danach in die Röhre zurückgeschoben, in welche er nunmehr sehr genau passte. Darauf wurden die Ränder nochmals mit Paraffin gedichtet, sodass

Luft, welche die Röhre passirte, ihren Weg nur durch das Brot nehmen konnte. Die so vorbereitete Röhre wurde an ein Gasometer angeschlossen, und, um den Druck der Luft festzustellen, vermittelst einer »T«-Röhre zwischen beide ein Wassermanometer geschaltet. Von der freien Seite der Röhre aus führte ein Schlauch unter einen über Wasser umgestülpten Messcylinder, welcher die Luft aufzufangen bestimmt war. Es konnte dadurch leicht bestimmt werden, in welcher Zeit 1 l Luft durch das Brot hindurch ging.

Tabelle IX.

Material	Druck in cm Wasser	Es ging durch 1 Liter in
1. Semmel frisch	19 cm	1½ Min.
2. » »	15 »	3 »
3. » »	13 »	3 »
4. Semmel alt	17 »	2 »
5. » »	17 »	1¾ »
6. Weissbrot frisch	33 »	8 »
7. » »	30 »	14 »
8. » »	29 »	10 »
9. Weissbrot alt	30 »	14 »
10. » »	28 »	16 »
11. Pumpernickel frisch . .	37 »	47 »
12. » » . .	37 »	40 »
13. Pumpernickel alt . . .	37 »	36 »

Bei 11 bis 13 wurde nur die Füllung von ½ l beobachtet.

Zur besseren Uebersicht wurden die Resultate auf die Zeiteinheit (1 Stunde) und die Druckeinheit (10 cm) umgerechnet unter der Annahme, dass die Durchlässigkeit dem Druck direct proportional sei. (Folgt Tabelle X auf S. 233.)

Durch diese Versuche ist bewiesen:

1. Die Poren des Brotes hängen wenigstens theilweise unter einander zusammen und stellen nicht etwa von einander abhängige Hohlräume dar.

2. Die Luftdurchlässigkeit hängt von der Porengrösse ab. Die etwaige Vermuthung, dass das Porenvolum hier die maassgebende

Rolle spiele, wird durch alle Erfahrungen an Baumaterialien widerlegt.

3. Wie nach Abschnitt II mit Wahrscheinlichkeit erwartet werden durfte, unterscheidet sich frisches und im Laib getrocknetes Brot nicht durch seine Luftdurchlässigkeit.

Tabelle X.

Material	Es gingen hindurch Liter
1. Semmel frisch . . .	21,1
2. » » . . .	13,3
3. » » . . .	15,4
4. Semmel alt	17,7
5. » »	20,2
6. Weissbrot frisch . . .	2,3
7. » » . . .	1,4
8. » » . . .	2,0
9. Weissbrot alt	1,4
10. » »	1,3
11. Pumpernickel frisch .	0,35
12. » » .	0,41
13. Pumpernickel alt . .	0,45

2. Durchlässigkeit für Flüssigkeiten.

Um den Zusammenhang der Poren zu demonstriren, wurden noch nach anderer Anordnung Versuche gemacht, Versuche, die gleichzeitig über die Durchlässigkeit für Flüssigkeiten etwas aussagen sollten.

Es sollte ermittelt werden, innerhalb welcher Zeit und auf welchem Wege eine gefärbte Flüssigkeit Brot passirte. Der dabei innegehaltene Weg sollte sich durch die Farbe kenntlich machen.

Zu diesem Versuch wurde in derselben Weise, wie vorhin angegeben wurde, ein Brotcylinder von 3 cm Höhe in eine Röhre eingedichtet und auf diesen 1 ccm einer wässerigen Fuchsinlösung gegossen. Für die Zeit, innerhalb welcher die Flüssigkeit auf der unteren Seite des Brotes erscheint, ergab sich

Tabelle XI.

Material	Zeitdauer
1. Semmel frisch . . .	5 Minuten
2. » alt	6 Stunden
3. Schwarzbrot frisch .	1 Stunde
4. » alt . .	7 Stunden
5. Pumpernickel frisch .	24 Stunden

Auf dem Durchschnitt des vorsichtig herausgeschälten Brotes war nun der Weg der Flüssigkeit roth gezeichnet. In keinem Falle verlief er senkrecht. Vom oberen Rande her erstreckten sich vielmehr mehr oder weniger zu den Seiten abweichende, mehrfach geteilte Farbbahnen, die häufig den grössten Poren folgten.

Auch dieser Versuch spricht also für einen Zusammenhang der Brotporen. Warum durch das alte Brot die Flüssigkeit soviel schwerer durchdrang, als durch das frische, erschien nicht vollkommen klar. Es konnte möglich sein, dass die Verkleinerung der Poren und damit namentlich auch der spaltförmigen Verbindungen der Poren die Erschwerung bedingte; die feinen, durch Wasserverdunstung neu entstandenen Porenlücken hätten aber diesen Nachtheil übercompensiren sollen. Es konnte aber auch der Unterschied in der Beschaffenheit der Brotsubstanz liegen (vergl. unten).

Einige Versuche zeigten wenigstens, dass das capillare Aufsteigen von Fuchsinlösung in altem Brot begünstigt ist:

Tabelle XII.

Brotcylinder von 5 cm Durchmesser und 5 cm Höhe hängen an Fäden 1 cm weit in wässeriger Fuchsinlösung. — Nach mehreren Tagen ist die Fuchsinlösung aufgestiegen über die Eintauchmarke:

Material	Höchste Stelle	Tiefste Stelle
Weissbrot frisch . . .	1,75 cm	0,75 cm
» alt . . .	3 »	1,25 »
Graubrot frisch . . .	1,3 »	0,8 »
» alt . . .	2,1 »	1,3 »

Die Färbung steigt am Rande am höchsten in der Mitte am wenigsten auf. Um ein Austrocknen der frischen Cylinder zu verhindern, standen dieselben unter einer feuchten Glocke. Ueber die Zeit des Aufsteigens sind keine Beobachtungen gemacht.

IV. Imbibition.

Die letztbeschriebenen Versuche über die Durchlässigkeit des Brotes für Flüssigkeit führen zu der Frage nach der Flüssigkeitsaufnahme des Brotes, der Imbibitionsfähigkeit.

Der Wichtigkeit dieser Eigenschaft für den Verdauungsvorgang entsprechend, wurde eine Reihe verschiedenartiger Versuche angestellt. Es sollte festgestellt werden, ob auf die Imbibitionsfähigkeit

1. die Porengrösse und das Porenvolumen,
2. das Alter des Brotes,
3. die Zerkleinerung des Brotes

von Einfluss ist.

1. Imbibition bei verschiedener Porengrösse.

Das Verfahren, welches zur Feststellung der Imbibition bei Broten mit verschiedener Porengrösse angewendet wurde, war folgendes.

Aus frischem Aleuronatbrot und Weissbrot einerseits und Aleuronatbrot und Graubrot andrerseits, die bei annähernd gleichem Porenvolumen verschiedene Porengrösse besitzen, wurden in der vielfach erwähnten Weise Cylinder von 3 cm Höhe und 5 cm Durchmesser ansgestanzt. Diese wurden auf gleiche Zeit in ein Bad von 10 % Schwefelsäure gebracht, darauf oberflächlich ½ Min. lang mit Wasser abgespült, und nun der zerriebene Brotcylinder solange mit Normalnatronlauge titrirt, bis das zugesetzte Phenolphthaleïn durch seine Rosafärbung die Neutralisation erkennen liess.

Die Resultate waren:

Tabelle XIII.

Zeitdauer	Porenvolumen		Zur Neutralisation verbraucht ccm Normalnl.	
	Aleuronatbr.	Weissbrot	Aleuronatbr.	Weissbrot
¾ Min.	76%	74%	40,0	42,0
1 »	76 »	74 »	64,0	58,4
	Aleuronatbr.	Schwarzbrot	Aleuronatbr.	Schwarzbrot
½ Min.	76%	71%	23,5	24,6
1 »	76 »	71 »	56,3	60,5

Die Versuche wurden nochmals mit längerer Imbibitionszeit wiederholt, die Blöcke nach dem Eintauchen 10 Sec. in Wasser abgespült:

Tabelle XIV.

Zeitdauer	Zur Neutralisation verbraucht ccm Normallauge		
	Aleuronatbr.	Weissbrot	Graubrot
5 Min	61	62	58
10 »	66,4	70,5	65,8

Der angewandten, ziemlich rohen, Methode gegenüber, können diese Zahlen nicht als erheblich von einander abweichend angesehen werden, und es dürfte der Schluss gerechtfertigt sein, dass bei annähernd gleichem Porenvolum eine ziemlich Verschiedenheit der Porengrösse keine wesentliche Verschiedenheit des Imbibitionsvermögens bedingt. Die Imbibition ist entsprechend der gleichen porenfreien Masse eine gleich grosse.

Als zweiter Versuch müsste hier eine Beobachtung der Imbibition bei verschiedenem Porenvolumen und gleicher Porengrösse ihre Stelle finden. Es musste jedoch von solchen Versuchen abgesehen werden, da unter den zur Untersuchung gelangten Broten solche mit einigermassen erheblicher Verschiedenheit des Porenvolumens bei gleicher Porengrösse sich nicht befanden. Deshalb wurde zunächst die Imbibition frischen Brotes bei verschiedenem Porenvolumen und verschiedener Porengrösse untersucht. Es ergab sich:

Tabelle XV.

Zeitdauer der Imbibition	Zur Neutralisation verbraucht ccm Nnl.	
	Semmel Porenvolum 83%	Schwarzbrot Porenvolum 71%
1/2 Min.	28,8	20,4
1/2 »	32,0	25,0
1 »	40,6	23,5

Es erscheint demnach das Imbibitionsvermögen bei grösserem Porenvolumen und bedeutenderer Porengrösse erhöht. Eine befrie-

digende sichere Erklärung kann ich nicht geben, zumal da weitere Versuche zeigten, dass bei länger dauernden Versuchen das Resultat sehr viel an Prägnanz verliert.

Tabelle XVa.

Zeitdauer der Imbibition	Porenvolum	
	Semmel (Porenvolum 28,8)	Schwarzbrot (Porenvolum 20,4)
5 Min. .	67,3	64,0
10 » .	70,8	59,2

Eine nochmalige Wiederholung ergab bei 10 Minuten langem Eintauchen und 10 Sekunden Abspülen:

Tabelle XVb.

Semmel	65,2
Weissbrot	59,4
Schwarzbrot . . .	60,0

also abermals eine Differenz zu Gunsten der grossporigen Semmel mit dem ganzen Porenvolum.[1])

Nach diesen nur nebenbei untersuchten Punkten gelangen wir zu

2. Imbibitionsversuche mit Broten verschiedenen Alters.

Zuerst wurden hierbei Stücke gleichen Gewichtes von frischem und (4 Tage) altem Brote mit 10% Schwefelsäure 1 Min. lang imbibirt, ¼ Min. mit Wasser oberflächlich abgespült, dann zerquetscht und mit Normalnatronlauge titrirt. Es ergab sich für je 10 g umgerechnet:

Tabelle XVI.

Material	Zur Neutralisation verbraucht Normallauge ccm	
	für das alte Material	für d. frische Material
1. Semmel	22,2	28,2
2. Weissbrot	9,8	40,8
3. »	14,8	40,3
4. Graubrot	24,8	57,0
5. »	25,8	51,8

1) Es erscheint nachträglich denkbar, dass die etwas verschiedene Frische der einzelnen Brote die Resultate mit beeinflusst hat.

Bei einer Wiederholung dieser Versuche wurden gleiche Volume der verschiedenen Brote frisch und 4 Tage im Laib aufbewahrt angewendet, d. h. Blöcke von 5 cm Durchmesser und 3 cm Höhe. Es wurde 10 Minuten lang eingetaucht und 10 Sec. lang abgespült.

Tabelle XVIa.

Material	alt		frisch	
	Gewicht vor der Imbibition	Normalsäure	Gewicht vor der Imbibition	Normalsäure
		ccm		
Semmel	16,75	46	13,85	65,2
Schwarzbrot	24,3	44,5	22,3	60,0
Weissbrot	21,2	44	22,0	59,4

Auf 10 g Brot (Anfangsgewicht nicht Trockensubstanz) umgerechnet:

Material	alt	frisch
Semmel	27,4	47
Schwarzbrot	18,3	26,9
Weissbrot	20,75	27

Gleiche Volumina[1]) frisches und trockenes Brot absorbirten also bei kurzer Einwirkung etwa Säure im Verhältnis von 63/45 oder fast von 2/3, etwas unregelmässiger trat die stärkere Absorption des frischen Brotes hervor, wenn man die Absorption auf gleiche Brotgewichte bezog.

Diese Beobachtungen erscheinen nicht ohne weiteres verständlich, erhalten aber eine sehr interessante Beleuchtung durch folgende Versuchsreihe. (Folgt Tabelle XVII auf S. 239).

Die verwendeten Blöcke frischen und alten Brotes stammten aus Broten gleicher Gattung und vom gleichen Bäcker, das alte Brot war 6 Tage lang im schwach geheizten Laboratorium in der Rinde aufbewahrt und dabei jedenfalls nur sehr unbedeutend ausgetrocknet (etwa von 46 auf 44% Wassergehalt).

1) Gleiche Gewichtsmengen desselben Brotes frisch und alt stellen auch ungefähr dieselben Volume dar.

Tabelle XVII.

Absolute Wasseraufnahme frischen und altbackenen Brotes.

(Blöcke von 4 cm Höhe und 5 cm Durchmesser.)

Zeit		Graubrot		Weissbrot	
		ganz frisch	altbacken	ganz frisch	altbacken
Vor der Imbibition		31,5	30,7	29,5	29,6
Unter Wasser	nach 1 Min.	41,85	60,5	53,17	51,5
	» 5 »	61,5	71,3	71,7	63,2
	» 10 »	87,4	74,0	91,7	69,4
	» ½ Stunde	91,6	80,8	103,4	74,6
	» 24 Stunden	100,3	81,2	114,2	75,0
	» 48 »	100,7	83,0	115,0	77,4
	» 72 »	98,0	78,0	zerfallen	75,0

Das Resultat lautet in Worten: Altbackenes Brot saugt in den ersten Minuten ähnlich wie frisches Wasser auf, bleibt aber schon nach 10 Minuten zurück, hat nach ½ Stunde schon sein bescheidenes Maximum fast erreicht, während bei frischem Brot die Zunahme noch fortdauert.

Die maximale Wasseraufnahme betrug (Gewichtsprocente):

Für Graubrot		Für Weissbrot	
frisch	alt	frisch	alt
219%	170%	289%	153%.

Dabei behielt das trockene Brot unter Wasser wochenlang seine Form, eine gewisse Festigkeit der Oberfläche, während das frische Brot nach 2 bis 3 Tagen zu zerfallen begann.

Ausserdem fiel auf, dass bei frischem Brot die Durchmesser der Brotklötze im Wasser bedeutend, z. B. 16%, zunehmen, während das trockene Brot nur eine geringe Zunahme seiner Dimensionen zeigte (etwa bis 6%).

Wir haben den eben berichteten Versuch in der verschiedensten Weise modificirt und schliesslich eine Reihe von Thatsachen ermittelt, die sich in folgenden Sätzen ausdrücken lassen.

1. Am grössten ist die Wasseraufnahme von Brotcylindern, die aus ganz frisch gebackenem, noch eine Spur warmem Brote hergestellt sind.

2. Bewahrt man Brot im Laib auf, so nimmt — auch ohne dass sich sein Wassergehalt erheblich ändert — die Wasseraufnahmefähigkeit und die Raschheit der Wasseraufnahme allmählich ab bis zu einem gewissen Minimum.

3. Dieses Minimum der Wasseraufnahme finden wir auch bei Brotcylindern, die, aus frischem oder altbackenem Brot ausgestochen, längere Zeit bei Zimmertemperatur gestanden haben und dabei lufttrocken geworden sind, d. h. ihren Wassergehalt auf etwa 12% vermindert haben.

4. Bei 100° im Trockenschrank vollkommen getrocknete und dann wieder erkaltete Cylinder verhalten sich nicht ganz regelmässig. In allen Fällen ist ihre Wasseraufnahmefähigkeit geringer als die ganz frischen Brotes, sie wurde meist etwas grösser als die des lufttrocknen Brotes gefunden, zuweilen aber auch kleiner.

5. Altbackenes Brot erhält die Fähigkeit maximaler Wasseraufnahme rasch wieder, wenn man es durch kurzes Erwärmen auffrischt.

6. In heissem Wasser (40 bis 60°) ist die Wasseraufnahme altbackenen oder lufttrockenen Brotes bedeutend gesteigert — sie kommt fast der von frischem gleich.

7. In allen Fällen macht es keinen nennenswerthen Unterschied, ob das Brot als Cylinder oder zerpflückt verwendet wird.

Belege zu obigen Sätzen.

Alle im folgenden verwendeten Brotcylinder hatten 5 cm Durchmesser und 4 cm Höhe. Belege zu Punkt 1, 2 und 3.

Tabelle XVIII.

Brot A. Ganz frisches, noch eine Spur warmes Graubrot.
(Wassergehalt 46,6%.)

	Sofort nach dem Ausstechen verwendet			½ Stunde nach dem Ausstechen verwendet		
	Cylinder I	Cylinder II	Cylinder III	Cylinder IV	Cylinder V	Cylinder VI
frisch	32	28,5	30,5	29,5	29,5	29,5
nach 5 Min. .	73	89,0	85	74	75	74,5
» 15 » .	84	98,5	97,5	92	87	92
» 30 » .	90	99,5	100,5	93	92	97
» 60 » .	94	99,0	101,0			
» 90 » .	93,5	98,0	102,0			
» 16 Std. .	98	98,0	102,0	98	98	102

Brot B. Gleichzeitig mit A gekauft.
(Wassergehalt 46,7%.)
Ein zweiter, gleichzeitig gekaufter, ganz frischer Brotlaib wird aufbewahrt.

	Ganze Cylinder 24 h im Laib getrocknet (Wassergehalt 46,7%)			3 mal 24 h im Laib (Wassergehalt 46%)			7 mal 24 h im Laib (Wassergehalt 46,7%)		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Frisch . .	26,5	26,0	26,0	26	26,5	26,5	28,5	27,0	27,0
Nach 5 Min.	65,0	72,0	70,0	64,0	66,0	58,0	63	59	58,5
» 15 »	78,5	79,5	78,0	69,5	72,0	66,0	65	62	63
» 30 »	83,0	83,0	80,0	69,5	72,5	67,0	66	64	64,5
» 60 »	85,0	84,0	83,0	70,0	73,0	70,0	65,5	64,0	63
» 5½ St.	84,5	85,0	84,0	69,0	72,0	70,0	66,5	65,5	65,5
» 45 »	83	84	84	20h 70,0	74,0	71,5	66,5	65,0	65,5
Dann im Wasser von 50% nach 5 Min.							81,0	73,0	80,0
» 30 »							86,0	82,0	82,0

Gleichzeitig wurden aus den Broten A und B eine Anzahl Cylinder ganz frisch und 1 Tag im Laib getrocknet ausgestanzt und im Laboratorium bei Zimmertemperatur stehen gelassen, bis sie lufttrocken geworden waren. Obwohl die Cylinder dabei stark schrumpften, und ihr Wassergehalt von etwa 47% auf etwa 12% gesunken war, verhielten sie sich auch nicht wesentlich anders, als die im Laib fast ohne Wasserverlust altbacken gewordene Krume, wie folgende Tabelle beweist.

Tabelle XIX.
Brotcylinder im Laboratorium nach dem Ausstanzen getrocknet.

	Brot A				Brot B	
	I	II	III		IV	V
Frisch . .	26,5	26,0	32,5	1 Tag im Laib getrocknet	25,7	27,6
12 Tage im Zimmer .	16,0	15,7	19,7	12 Tage im Zimmer .	15,6	16,6
Dann unter Wasser Nach 5 Min.	50	47,5	46,0	Dann unter Wasser Nach 5 Min.	48	46,5
» 15 »	64,7	60,6	62,1	» 15 »	61,4	57,6
» 30 »	66,5	64,5	66,5	» 30 »	64,5	61,0
» 60 »	65,0	65,5	66,8	» 60 »	65,5	63,0
» 6 Std.	65,0	67	68,5	» 6 Std.	64,5	64,5
» 24 »	65,0	68	71,0	» 24 »	65,0	65,0

Die Quellung dieser Cylinder war eine bescheidene.

Punkt 4. Als Beispiel für die Wirkung des Trocknens im Trockenschrank mag dienen.

Tabelle XX.

	Brot A (ganz frisch)				Brot B 24 Std. im Laib getr.
	I	II	III		IV
Frisch	27,0	27,0	27,0	Frisch	23,9
3 mal 24 Std. bei 100°	14,4	14,5	14,4	6 mal 24 Std. bei 100°	12,5
Nach 5 Min. . .	26,5	27,0	27,0	Nach 5 Min. .	24,5
» 25 » . .	34,0	37,0	37,0	» 15 » . .	34,0
» 30 » . .	42,5	46,5	45,0	» 30 » . .	40,0
» 60 » . .	50,5	56,5	56	» 60 » . .	46,0
» 2 Std . .	58,0	63,0	60	» 4 Std. . .	61,0
» 5½ » . .	66,0	70,5	71		
» 24 » . .	72,0	75,0	78	» 24 » . .	69,0

Um aber zu zeigen, dass das Brot aus dem Trockenschrank — ohne dass ich dafür irgend eine Erklärung zu geben vermöchte — gelegentlich viel energischer Wasser aufnimmt, führe ich folgende Tabelle an.

Tabelle XXa.

Brot C. 1 Tag alt.

Gleich nach dem Ausstechen in Wasser gelegte Cylinder nahmen auf in 16 Stunden:

Cylinder	I	II	III	IV
von	28	29	30	30
auf	74	74	79	79

Es verhielt sich dieses Brot schon wie altbacken.

6 weitere Cylinder wogen nach dem Ausstechen:

I	II	III	IV	V	VI
30	30	31	31	30	30

Sie wurden im Laboratorium trocknen lassen.

I und II wurden nach 24 Std. verwendet, sie nahmen in Wasser zu bis 74 75
III » IV » » 54 » » » » » » » » 76 75
V » VI » » 76 » » » » » » » » 74 72

2 Cylinder kamen gleich nach dem Ausstechen in den Trockenschrank.

	I	II
Gleich nach dem Ausstechen	30	30
48 Std. im Trockenschrank .	15,5	15,5

In Wasser, nachdem die Cylinder wieder kalt geworden sind:

	I	II
Nach 5 Minuten	37,5	32,5
» 15 »	60	55
» 30 »	70	68
» 15 Stunden	87	89

Punkt 7. Die folgenden Zahlen liefern den Beweis, dass zerpflücktes und unzerpflücktes Brot sich in allen Stadien der Trocknung gleich verhält. Das zerpflückte Brot befand sich in einem geschlossenen Drathnetzkorb, aus dem das Wasser stets 5 Min. ablaufen gelassen wurde, ehe man wog.

Tabelle XXI.

Ganz frisches, noch eine Spur warmes Graubrot D.

Etwa 1 Stunde nach dem Empfang des Brotes, ½ Stunde nach dem Ausschneiden der Cylinder in's Wasser gebracht.

	Cylinder I unzerpflückt	Cylinder II unzerpflückt	Cylinder III zerpflückt	Cylinder IV zerpflückt
Frisch	32	32	32	32
Nach 5 Minuten	77	64	89	80
» 15 »	88	74	91	90
» 30 »	92	87		
» 60 »	95	95	94	91
» 2 Stunden	95	95	Kleine Verluste sind bei den zerpflückten Broten unvermeidlich	

Frisch ausgestochene Cylinder lässt man im Zimmer bei ca. 15 bis 20° 6 Tage lang lufttrocken werden.

	Cylinder I	Cylinder II	Cylinder III	Cylinder IV
Frisch ausgestochen	28,0	28	28,0	27
Lufttrocken	17,5	17,1	16,5	15,5
Nach 5 Minuten	52,0	54,0	49,0	49
» 15 »	65	69,0	64,0	63
» 30 »	69	71,0	67,0	66
» 60 »	70	71,0	67,0	67
» 2½ Stunden	70,5	71,5	71,0	68
» 15 »	73	74,5	72,0	70
	unzerpflückt	unzerpflückt	zerpflückt	zerpflückt

1 Laib des gleichen Graubrotes E, 10 Tage im Stück getrocknet, Krume durchaus nicht auffallend trocken.

	Cylinder I	Cylinder II	Cylinder III	Cylinder IV
Gleich nach dem Ausstechen	28,5	27,0	28,5	27,5
Nach 5 Minuten . .	56	59	57,5	61
» 15 » . .	60,5	60,5	58	63
» 30 » . .	61,5	61,5	58	62,5
» 60 » . .	63	62,0	58,5	62,5
» 5½ Stunden . .	63	62,0	58,5	64
	ganz	ganz	zerpflückt	zerpflückt

4 frische Brotcylinder werden nach dem Ausstechen im Trockenschrank getrocknet, 3 mal 24 Stunden.

	Cylinder I	Cylinder II	Cylinder III	Cylinder IV
Frisch	28	28	27	29
3 Tage bei 100° . .	14,5	14,5	14,0	15,0
Nach 5 Minuten . .	26,5	28	30	30
» 15 » . .	36	39	42	43
» 30 » . .	45	49,5	51	50
» 60 » . .	52	59	58	58
	zerfallen in 11—12 Stücke			
	unzerpflückt	unzerpflückt		
» 38 Stunden . .	77,5	76,5	74,0	75,0
			zerpflückt	zerpflückt

Aus all diesen Versuchen geht hervor, dass der Wassergehalt bei der geringeren Wasseraufnahme altbackenen Brotes ohne Bedeutung ist; denn sonst müssten sich im Laib altbacken gewordenes Brot und ausgestanzt getrocknete Brotcylinder verschieden verhalten.

Einen weiteren directen Beweis konnten wir dafür durch Versuche mit aufgewärmtem Brote erlangen (Punkt 6). Das Aufwärmen geschah so, dass im Zimmer schon stark abgetrocknete (auf 29,5 % Wasser) Brotcylinder, in feuchtes Fliesspapier gehüllt, 2 Minuten bei 120° im Trockenschrank gehalten wurden; sie nahmen nur um 1 % in Wasser zu (von 29,5 auf 30,5 %), fühlten sich aber weich und frisch an — sie übertrafen in diesem Zustande sogar

viele frische Brotcylinder, in specie die an diesem Tage zur Controle herbeigezogenen, und zwar ganz besonders an Raschheit der Wasseraufnahme.

Tabelle XXII.

Aus 8 Tage im Laib getrocknetem Graubrot wurden Cylinder von 4 cm Höhe und 5 cm Durchmesser gestanzt. Gewicht 27,65 und 28,0, Wassergehalt 43,9%. Dieselben lagen 24 Stunden im Zimmer. Gewicht 24,4 und 24,3, Wassergehalt 29,5. Einige Minuten aufgewärmt. Gewicht 24,75 und 24,7. Jetzt in's kalte Wasser.

	Gewicht	
Nach 5 Minuten .	71,8	71,9
» 15 » .	77,6	81,9
» 30 » .	78,2	82,3
» 60 » .	78,8	82,6
» 90 » .	77,7	81,4
» 15 Stunden .	78,2	81,3
» 40 » .	77,1	81,0

Zur Controle kamen gleichzeitig in Wasser 3 ähnliche Cylinder.

Gewicht	I. Aus einem frischen Laib (offenbar schon ca. 12 Std. alt)	II. Aus einem frischen Laib; 24 Stunden nach dem Ausstechen	III. Aus einem 8 Tage alten Laib, 24 Stunden nach dem Ausstechen
Gleich nach dem Ausstechen . .	27,8	26,15	27,4
Im Versuchsbeginn	27,8	22,0	23,7
Nach 5 Minuten	58,4	47,7	61,5
» 15 »	67,8	56,0	64,4
» 30 »	71,7	57,7	65,1
» 60 »	74,5	58,8	66,0
» 90 »	74,4	58,8	66,0
» 15 Stunden	74,0	59,2	65,7
» 40 »	73,8	73,8	65,0

Eine ähnlich günstige Wirkung auf die Wasseraufnahme altbackenen Brotes äussert auch das Eintauchen in warmes statt kaltes Wasser.

Versuch mit Brotcylindern von 4 cm Höhe und 5 cm Durchmesser.

Frisch	25,90	28,95	29,25
Nach 2 Tagen im Zimmer	21,20	24,0	23,70
Unter Wasser . . .	von 40°	von 60°	von 20°
Nach 5 Minuten . .	79,0	87,0	63,3
» 15 » . .	zerfallen	zerfallen	70,3
» 30 » . .			71,3
» 2,5 Stunden . .			72,0
» 20,0 » . .			72,2

Was es für Veränderungen sind, die dem altbackenen Brote die trockene Beschaffenheit, geringere Plasticität und verminderte Wasseraufnahmefähigkeit ertheilen — ist unbekannt. Die von Boussingault zuerst ausgesprochene und von v. Bibra acceptirte Erklärung einer verschiedenen Bindung des (oder eines Theiles des) Wassers im frischen und altbackenen Brot ist bekannt und mag vorläufig ausreichen.

Ich glaube, die Sache lässt sich so ausdrücken: Durch unbekannte Molecularvorgänge bildet sich im altbackenen Brote eine in kaltem Wasser schwer quellbare Substanz, die aber durch Wärme zu der im frischen Brot vorhandenen quellbaren Form regenerirt werden kann — möglicherweise durch Verwendung eines Wassermoleculs.

Es liegt nahe, aus den hier mitgetheilten Versuchen Schlüsse auf die Processe bei der Verdauung frischen und altbackenen Brotes zu ziehen. Herr Dr. Spiro hat dies auf einige Orientirungsversuche in seiner Dissertation vorläufig und vorsichtig versucht. Es erscheint aber wünschenswerth, über diese Fragen erst noch weiteres experimentelles Material zu sammeln — eine Aufgabe, an der in meinem Institute seit längerer Zeit gearbeitet wird.

Hygienische Studien über Mehl und Brot.

Theil VI: Ueber ein direct aus den Getreidekörnern (ohne Mehlbereitung) hergestelltes Brot. (Patent Gelinck).

Von

Prof. Dr. K. B. Lehmann.

(Aus dem hygienischen Institut in Würzburg.)

Anfang September 1893 theilte mir Herr Ingenieur Hans Berndt in Berlin mit, dass Herr Gelinck in Riga eine principiell neue Methode der Brotbereitung erfunden habe. Er erbot sich, mir das nöthige Material zu übersenden, um mir selbst ein Urtheil über die Methode zu bilden. Da mich die Mittheilungen des Hrn. Berndt sehr interessirten, und sich Gelegenheit zu bieten schien, auch die Frage der Decorticirung nebenbei zu studiren, so erklärte ich mich bereit, eine eingehende Untersuchung der Beschaffenheit und Ausnützbarkeit dieses neuen Präparates vorzunehmen. Ich kann heute[1]) über die Resultate dieser Untersuchung berichten.

Das principiell Neue des Verfahrens von Gelinck besteht darin, dass das Korn zu Brot verarbeitet wird, ohne dass eine Mehlbereitung stattfindet. Folgendes sind die einzelnen Phasen der zum Patent angemeldeten Darstellungsmethode in enger

1) Das Manuskript vorliegender Arbeit war Ende December 1893 im wesentlichen abgeschlossen, unaufschiebbare andere Arbeiten verzögerten die Publication, so dass ich jetzt die Arbeit von Prausnitz und Menicanti: Untersuchungen über das Verhalten verschiedener Brotsorten im menschlichen Organismus (Z. f. Biol., XXX, S. 328), noch berücksichtigen kann.

Anlehnung an die Angaben des Erfinders, für welche ihm natürlich die Verantwortung bleibt.

Zuerst wird versucht, das Korn thunlichst zu reinigen, d. h. von Schmutz und Unkräutern zu befreien. Hr. Gelinck legt erfreulicher Weise darauf sehr grossen Werth. In einer kleinen Broschüre berichtet er, dass er sehr häufig massenhafte Zusätze von Verfälschungsmitteln (Unkrautsamen, Sand und Steine) gefunden hat. Der Roggen passirt nach Gelinck zuerst die bekannten trockenen Reinigungsapparate, wird dann so lange mit fliessendem Wasser gewaschen, bis sich das Wasser nicht mehr trübt, und dann mit Wasser von 50° C. 1½ Stunden lang gebrüht. Dabei scheidet sich an der Oberfläche des Wassers eine ekelerregende Schicht aus, die aus Staub, Mäusekoth und Mutterkorn bestehen soll, während das gute Getreide zu Boden sinkt.

Das gereinigte, geweichte Korn wird nun in ein mit Längsnuten versehenes Gehäuse gebracht, in dessen Innern eine Schnecke rotirt, welche mit Hilfe ihres starken Gewindes und der zwischen den Längsnuten des Gehäuses stehenden Rippen die Masse zerreibt. Nachdem die unzerkleinerten Theile noch mit Messern zerschnitten worden sind (?), wird die Masse durch die Schnecke durch eine siebartige Platte gepresst, welche Oeffnungen von 2 mm Weite besitzt.

Nach der Patentbeschreibung gehen dabei die noch nicht genügend zerkleinerten Theile durch die Längsnuten des Gehäuses bis auf den Anfang der Schnecke zurück und machen nun den Zerkleinerungsprocess wiederholt und so lange durch, bis sämmtliche Theile die genügende Feinheit haben, um das 2 mm-Sieb passiren zu können.

Hierauf lässt man den erhaltenen Teig den gleichen Process nochmals durchmachen, wobei aber ein Sieb von 1½ mm Maschenweite angewendet wird. Dies ist die ganze maschinelle Einrichtung. Es liefert also die von dem Erfinder sogenannte Teigmühle in sehr kurzer Zeit und angeblich ohne jeden Verlust aus Korn gärfähigen Teig.

Die Gärung wird in gewöhnlicher Weise mit Sauerteig bewirkt, auch der Backprocess bietet nichts Besonderes. Dem

erhaltenen Brot rühmt der Erfinder besondere Haltbarkeit (wegen der sorgfältigen Reinigung des Getreides), sowie grossen Wohlgeschmack, leichte Bekömmlichkeit und Billigkeit nach.

In welchem Grade die Vereinfachung des Betriebs das Vermeiden von Verlust durch Verstauben etc. das Product verbilligt, kann ich nicht entscheiden. Von grösserer hygienischer Bedeutung scheint mir zu sein, dass die Methode eine Aufbewahrung des Getreides im Naturzustande anstatt in Form von Mehl voraussetzt. Unzweifelhaft ist ja Getreide wesentlich haltbarer als wie Mehl, und sicherlich sind die Verluste durch Verderben von Mehl alljährlich nicht ganz unbedeutend.

Diese Vortheile sind aber natürlich illusorisch, wenn das erhaltene Product nicht wenigstens einigermaassen den Anforderungen der Hygiene an Bekömmlichkeit und Ausnützbarkeit entspricht. Es muss von vornherein Bedenken erwecken, ein Brot zur Volksernährung zu empfehlen, dass neben grob zerquetschtem Getreide noch die gesammte Kleie des Kornes, und zwar ebenfalls nur in bescheiden zerkleinertem Zustande, enthält, und wir dürfen wohl kaum erwarten, so ein Brot zu erhalten, das wesentlich besser als das norddeutsche Roggenschrotmehlbrot ausgenützt wird. Nach den Angaben von Wicke und Rubner ist die Decortication von wesentlicher Bedeutung für die Ausnützung, Prausnitz und Menicanti haben dies in neuerer Zeit bestritten.[1])

Es war mir deshalb von besonderem Interesse gleichzeitig mit dem Gelinck'schen Brot aus gewöhnlichem Roggen auch ein Roggenbrot untersuchen zu können, das genau nach dem gleichen Verfahren, aber aus einem Roggen hergestellt war, der eine Steinmetz'sche Schälmaschine passirt und dabei nach der Angabe von Steinmetz etwa 3 Procent seines Gewichtes verloren hatte. Es schien eine Vergleichung der Resultate dieser beiden Versuche wohl geeignet, einen Beitrag zur Frage der Bedeutung der Decortication zu liefern.

1) Zur Zeit der Anfertigung und ersten Niederschrift dieser Arbeit waren mir nur die kurze vorläufige Mittheilung von Prausnitz und Menicanti (Münch. med. Wochenschr., 1893, Nr. 4), sowie einige Aeusserungen von Prausnitz auf der Versammlung des deutschen Vereins für öffentl. Gesundheitspflege zu Würzburg, Mai 1894, in dieser Frage bekannt.

Die Brote wurden mir von Riga aus zugeschickt in etwa 10 pfündigen Laiben. Jedem Brot war auf meinen Wunsch eine Probe des dazu verwendeten geschälten resp. ungeschälten Roggens beigegeben. Die Untersuchung der Brote geschah nach den bekannten Methoden auf Wasser, Asche, Stickstoff und Cellulose. Letztere wurde genau nach der Weender Methode bestimmt. Nur begnügte ich mich nicht, nach dem ersten Auskochen mit Säure einfach die überstehende Säure abzugiessen, sondern es wurde unter Benützung der Saugpumpe auf mehrere dünne Filter filtrirt und auf denselben ausgewaschen. Von den Filtern liess sich die Cellulose sehr leicht in eine Schale mit Wasser spülen. Nach dem Auskochen mit Wasser wurde nochmals auf die gleichen Filter abfiltrirt. Nun wurden die Filter mit 50 ccm heissen Wassers in eine Schale abgespült, die Masse mit 100 ccm 2½% Natronlauge und 50 ccm weiterem Wasser versetzt, genau ½ Stunde gekocht und nach Absitzenlassen wieder durch die gleichen Filter filtrirt und abermals ausgewaschen. Zum letztenmal wurde nun die Cellulose in eine Schale abgespült, mit Wasser ausgekocht und nun auf ein gewogenes Filter abfiltrirt. Die Arbeit ging so sehr sicher von statten, die Controlbestimmungen stimmten vorzüglich. Es zeigte sich eine Extraction der erhaltenen Cellulose mit Aether als durchaus nothwendig; es wurden nämlich durch Aether noch etwa 10 Procent der Rohcellulose entfernt. Als Aschegehalt der so gefundenen Cellulose wurden noch jedesmal 5% — auf einige Analysen gestützt — in Abzug gebracht.

Zu den Ausnützungsversuchen dienten mir die gleichen zwei Männer, welche ich bei früheren Brotausnützungsversuchen verwendet hatte, mein Institutsdiener W. und ein Gärtner R. Die Kost bei den Ausnützungsversuchen war wieder die gleiche wie früher[1]), d. h.

pro Tag 500 g Brot
450 g Fleisch
45 g Butter
¾ l Bier.

1) Siehe Archiv f. Hygiene, Bd. XX, S. 5: Ueber die hygienische Bedeutung des Säuregehalts des Brotes.

Der Ausnützungsversuch dauerte immer 2 Tage. Die Abgrenzung des Kothes wurde mit Milch in bekannter Weise vorgenommen. Die Anfangsabgrenzung war immer vorzüglich gelungen, dagegen war gewöhnlich keine ganz scharfe Abgrenzung des Brotkothes gegen den folgenden Milchkoth zu bemerken. Immerhin war die Unsicherheit, die in jedem einzelnen Falle besonders angegeben werden wird, nicht so, dass ein Versuch wesentlich gestört erscheint.

Um übrigens die Kothmenge noch genauer zu erhalten, als dies durch mechanische Sonderung der eingeschoben entleerten Portionen in Brotkoth und Milchkoth möglich schien, wurden die entleerten Kothe in mehreren Portionen analysirt, die absolut rein aus Brotkoth bestehenden Theile getrennt von denjenigen, in denen das Auge Milchkoth erkennen konnte.

Eine besondere Analyse eines ganz reinen Milchkothes von W. ergab bei 91,72 % Trockensubstanz in 1 g lufttrockener Substanz:

27,5 % Asche, 3,6 % Stickstoff.

Eine frühere Analyse von Jessen in meinem Institute hatte für einen lufttrockenen Milchkoth ergeben (bei 96 % Trockensubstanz)

32,09 % Asche, 3,5 % Stickstoff.

Aehnliche Werthe fanden auch Rubner und Prausnitz, bei denen allerdings der Stickstoffgehalt meist eher über 4 % als unter 4 % betrug.

Ich habe angenommen, dass der circa 90 % Wasser enthaltende lufttrockene Milchkoth

27 % Asche und 3,6 % Stickstoff

oder der trockene Milchkoth rund

30 % Asche und 4 % Stickstoff enthalte.

Auf diese Zahlen und die in jedem Versuch eigens ermittelte Zusammensetzung der unzweifelhaft reinen Brotkothportion gestützt, habe ich aus dem Aschegehalt der zweifelhaften Portionen den Milchkothgehalt annähernd berechnet und diese Rechnung durch den Stickstoffgehalt und Cellulosegehalt thunlichst controlirt.

Diese Rechnung ist natürlich von kleinen Willkürlichkeiten nicht frei, immerhin glaube ich bei den so erhaltenen Resultaten eine Genauigkeit bis auf 1 bis 2 g lufttrockenen Kothes ruhig

annehmen zu dürfen. Aber sollte selbst im einen oder anderen Fall die Ungenauigkeit noch grösser sein — 3 bis 4 g betragen —, so ist dies ohne jeden Einfluss auf die deutliche Sprache der Resultate.

Ich berichte zuerst über meine Versuche mit Gelinck'schem Brot aus ungeschältem Roggen, bezeichnet »Russisches Soldatenbrot«.

Versuch XIV und XV der ganzen Reihe.

Beschaffenheit des Brotes: Spec. Gewicht[1]) = 0,545 (ohne Rinde). Sehr kleinporig, derb. Geschmack angenehm wie Schrotbrot, die Zunge fühlt leicht gröbere Partikel, namentlich Cellulosefragmente. Das Brot ist sehr stark sauer, denn

100 g Brot verbrauchen 20,3 ccm Normalnatronlauge zur Neutralisirung (Phenolphthaleïn).

In dem Brote waren 49,6% Wasser, 50,4% Trockensubstanz.

In der Trockensubstanz 3,15% Stickstoff, 2,03% Cellulose und 2,81% Asche.[2])

Zur Controle wurde das zugehörige Getreide analysirt; die Resultate entsprachen genau den bei der Brotanalyse enthaltenen:

Der Roggen enthielt in der Trockensubstanz 3,12% Stickstoff und 2,08% Cellulose.

Jede der beiden Versuchspersonen verzehrte also in den beiden Versuchstagen zusammen:

	Im Brot	Im Fleisch	In der Butter	Summe
Trockensubstanz .	504 g	225 g	76,5 g	805,5 g
Stickstoff . . .	15,9 g	31,5 g	0,1 g	47,5 g
Säure (normal) .	203 ccm	—	—	203 ccm
Cellulose	10,48	—	—	10,48 g

Es wird der ungewöhnlich hohe Stickstoffgehalt des verwendeten Roggens auffallen; derselbe entspricht einem Eiweissgehalt des trocknen Brotes von $3,15 \cdot 6 = 18,9$ und einem Eiweissgehalt des frischen Brotes von 9,5 %.

1) Vergl. hierüber: K. B. Lehmann (mit Spiro), Hygienische Studien über Mehl und Brot. V. Beiträge zur physikalischen Beschaffenheit des Brotes. Archiv f. Hygiene, Bd. XXI, S. 215.

2) Alle Analysen sind doppelt ausgeführt und stimmten sehr gut untereinander.

Auch der Wassergehalt des Brotes ist sehr hoch: 49,6 %; mehr als 46 % habe ich sonst nur sehr selten in der Krume frischen Brotes gefunden.

Bei diesen für beide Versuchspersonen gleichen Einnahmen wurden verschiedene Ausscheidungen erhalten, woraus sich auch verschiedene Ausnützungen der Nahrung berechnen.

Versuch XIV.

Versuchsperson R. 24. und 25. October 1893. Am 23. und 26. October Milch.

Koth. Am 24. X. Abends: Lehmartiger reiner Milchkoth, an seinem Ende einige Kleiepartikel einschliessend, scharf abgrenzbar von Koth I.

Auf den eigentlichen Versuch fallen folgende Kothe:

	Gewicht		In 100 g lufttrock. Kothes				In 100 g frischen Kothes
	frisch	luft-trocken	Trocken-substanz	Asche	Stick-stoff	Cellu-lose	Normal-säure
Koth I: Weicher kleiereicher dunkler Brotkoth. (24. X. Abends)	20	3,4	86,96	8,89	4,84	7,75[1])	6,25[1])
Koth II: Weicher kleiereicher dunkler Brotkoth. (25. X. Abends)	385	51,4	88,19	9,04	5,43	7,75[2])	6,25
Koth III: Ausserordentlich grosse Kothmasse, gut geformt aber weich, am hintern Ende etwas heller. (27. X. Abends)	205	51,5	86,12	12,0	4,73	7,75	3,7
Koth IV: Schön hellgelber Milchkoth, einige dünne Züge kleienhaltigen Brotkoths einschliessend . .	25	5,5	89,66	19,25	4,09		
(Koth IV wurde im Anschluss an Koth III am 27. X. Abends entleert.)							

An Koth IV schloss sich noch eine grosse Portion ganz reinen Milchkoths an.

1) Werth von Koth II angenommen.

2) Es wurden zur Cellulosebestimmung gemeinsam 1,5 g von Koth II und 1,5 g von Koth III verarbeitet.

Da Koth III eine Spur Milchkoth untrennbar einschloss, dagegen Koth IV Spuren Brotkoth, so wurde angenommen, diese Mengen höben sich gegenseitig auf. Koth IV blieb deshalb als reiner Milchkoth ausser Betracht, während Koth III als reiner Brotkoth angesehen wurde. Ein Fehler von mehr als 1—2 g in der Taxirung des Brotkoths scheint dadurch ausgeschlossen. Der lufttrockene Gesammtkoth betrug 106,3 g.

Es stellen sich also die Gesammtausgaben im Koth:

	Trocken-substanz	Asche	Stickstoff	Cellulose	Normal-säure
Koth I . .	2,96	0,30	0,16	} 8,23	5,25
Koth II . .	45,33	4,65	2,79		24,06
Koth III . .	44,35	6,18	2,44		7,58
Summe	92,64	11,13	5,39	8,23	36,89

Zieht man Hungerkoth[1]) und Hungerstickstoff in Betracht, so war die Ausscheidung:

Trockensubstanz 92,64 — 26,8 = 65,84 g,
Stickstoff . . . 5,39 — 1,46 = 3,93 g.

Es fehlten an der vollständigen

Ausnützung des Brotes ohne Berücksicht. des Hungerkothes	Ausnützung des Brotes mit Berücksicht des Hungerkothes	Ausnütz. der Gesammtnahrung ohne Berücksicht. des Hungerkothes	Ausnütz. der Gesammtnahrung mit Berücksicht. des Hungerkothes
Trockensubstanz		Trockensubstanz	
18,4%	13,1%	11,5%	8,2%
Stickstoff		Stickstoff	
33,9	24,7	11,3	8,27
Cellulose		Cellulose	
78,5	78,5	78,5	78,5

Versuch XV.

Versuchsperson Wi. 24. und 25. Oct. 1893. Am 23. und 26. Oct. Milch. Koth. Am Morgen des 25 October wurde gemischter Koth mit wenig Milchkoth, Abends reiner Milchkoth und scharf davon abgegrenzt Koth I entleert.

1) Unter dem Begriff ›Hungerkoth‹, richtiger Darmkoth, verstehe ich die nach Voit und Rieder bei mässiger Kost unvermeidlich ausgeschiedene Menge von Darmschleim, Galle etc. Pro Tag 0,73 Stickstoff und 13,4 g Trockensubstanz.

	Gewicht		In 100 g lufttrock. Kothes				In 100 g frischen Kothes
	frisch	luft-trocken	Trocken-substanz	Asche	Stick-stoff	Cellu-lose	
Koth I: Typischer kleiereicher weicher, aber geformter Brotkoth. (25. Oct. Abends)	267	60,5	87,77	9,52	5,94	6,46	6,25
Koth II: Derbe Brotkothsäule, am unteren Ende durch Beimischung von Spuren Milchkoth etwas heller. (27. Oct. Morgens)	180	50,1	90,00	12,58	4,65	6,66	6,25
Koth III: Mischkoth. In seinem Anfangstheil noch etw. Brotkoth enthaltend, dann mehr Milchkoth .	25	6	91,61	15,4	4,06	deutlich aber nicht bestimmt	
Koth IV: Reiner Milchkoth							

Auf den ersten Blick erschien es am richtigsten, anzunehmen, dass die kleinen Mengen Milchkoth, die Koth II enthielt, compensirt würden für die Berechnung durch die kleinen Mengen Brotkoth, die in Koth III ausgeschieden wurden. Die Menge des lufttrockenen Kothes belief sich nach dieser Annahme auf 60,5 + 50,1 = 110,6 g. Etwas genauere Resultate liefert die Berücksichtigung der Analysen der Kothe, wenn auch hier die Berechnung des auf den Versuch fallenden Kothes nicht absolut genau zu geben ist. Koth II enthält, aus dem Aschegehalt berechnet, etwa 17% Milchkoth, der niedrige Stickstoffgehalt lässt einen höheren, der hohe Cellulosegehalt eher einen niedrigeren Milchkothgehalt vermuthen. Ich habe 15% Michkoth angenommen und demgemäss in der folgenden Zusammenstellung die Bestandtheile von 7,5 g Milchkoth abgezogen.

Koth III ist, wie sein niedriger Aschegehalt zeigt, entschieden stärker brotkothhaltig, als nach dem Augenschein angenommen wurde. Aus dem Aschegehalt berechnet sich etwa 28% Milchkoth und der Rest Brotkoth. Ich habe deshalb von diesem Koth in der folgenden Zusammenstellung der Bestandtheile von 1,5 g lufttrockenem Milchkoth in Abrechnung gebracht.

Es würde sich so die Menge des lufttrockenen Kothes auf 60,5 + 50,1 — 7,5 + 6 — 1,5 = 107,6 g ergeben. Grösser wie 5 g kann die Ungenauigkeit dieser Zahl kaum sein — die Zahl ist eher etwas zu klein, da Koth II vielleicht doch nur wenig Milchkoth enthält.

Es stellen sich also die Gesammtausgaben im Koth in g:

	Trockensubstanz	Asche	Stickstoff	Cellulose	Normalsäure ccm
Koth I	53,10	5,76	3,59	3,91	16,69
Koth II	45,09	6,30	2,33	3,34	11,25
Koth III	5,50	0,92	0,24	0,29	0,3
	103,69	12,98	6,16	7,54	28,24
Hiervon abzuziehen Milchkoth trocken	8,1	2,43	0,32	—	—
Summe	95,59	10,55	5,84	7,54	28,24

Zieht man Hungerkoth und Hungerstickstoff in Betracht, so war die Ausscheidung:

Trockensubstanz 95,59 — 26,8 = 68,79,
Stickstoff . . . 5,84 — 1,46 = 4,38.

Es fehlten an der vollständigen

	Ausnützung des Brotes ohne Berücksicht. des Hungerkothes	Ausnützung des Brotes mit Berücksicht des Hungerkothes	Ausnütz. der Gesammtnahrung ohne Berücksicht. des Hungerkothes	Ausnütz. der Gesammtnahrung mit Berücksicht. des Hungerkothes
Trockensubstanz	18,9%	13,6%	11,9%	8,5%
Stickstoff	36,7	27,5	12,3	9,2
Cellulose	71,9	71,9	71,9	71,9

Ich komme nun zu meinen Versuchen mit Gelinck'schem Brot aus geschältem Roggen.

Versuch XVI und XVII der ganzen Reihe.

Beschaffenheit des Brotes: Die Beschaffenheit des Brotes war die eines guten ländlichen Schrotbrotes.

100 g Brot verbrauchen 13 ccm Normalnatronlauge zur Neutralisation (Indicator: Phenolphthaleïn).

In dem Brote waren 54,8% Wasser, 45,2% Trockensubstanz.

In der Trockensubstanz 2,21% Stickstoff, 1,27% Cellulose, 1,85% Asche.

Zur Controle wurde das zugehörige Getreide analysirt.

Dasselbe enthielt in der Trockensubstanz 2,23% Stickstoff und 1,52% Cellulose.

Jede der beiden Versuchspersonen verzehrte also in den beiden Versuchstagen zusammen:

	Im Brot	Im Fleisch	In der Butter	Summe
Trockensubstanz .	454 g	225 g	76,5 g	753,5 g
Stickstoff . . .	10,0 g	31,5 g	0,1 g	41,6 g
Säure (normal) .	130 ccm	—	—	130 ccm
Cellulose . . .	5,76	—	—	5,76 g

Wie die Stickstoffbestimmung zeigt, ist dieses Brot leider aus einem anderen, eiweissärmeren Roggen hergestellt, wie Brot I, was im Interesse der genauen Vergleichbarkeit der beiden Reihen sehr zu bedauern ist.

Nehmen wir an, dass dieser Roggen wie der andere untersuchte (S. 252) undecorticirt 2,08% Cellulose enthielt, so wäre etwa 0,56—0,8 g pro 100 g Trockensubstanz. Es stimmt dies nicht allzuschlecht mit der Angabe von Steinmetz, dass sein Apparat 2—3% vom Gewicht des lufttrocknen Getreides entferne; denn sicher ist noch lange nicht alles beim Schälen entfernte wirkliche Cellulose im Sinne der Weender Methode.

Hatten auch beide Versuchspersonen gleiche Nahrungsmengen verzehrt, so war doch die Ausscheidung resp. die Ausnützung der Nahrung eine etwas verschiedene, und es muss getrennt darüber berichtet werden.

Versuch XVI.

Versuchsperson R. 19. und 20. Oct. 1893. Am 18. und 21. Oct. Milch.

Koth. Am 19. X. Abends erscheint der gesammte Milchkoth absolut genau abgrenzbar von dem gleichzeitig entleerten Koth I.

Auf den eigentlichen Versuch fallen folgende Kothe: (Siehe Tabelle auf Seite 258.)

Ehe Analysen ausgeführt waren, wurde angenommen, dass die kleinen Milchkothmengen in Koth III für die Rechnung am besten dadurch compensirt würden, dass man Koth IV vollkommen ausser Betracht lasse und als reinen Milchkoth betrachte. Also Gesammtkoth 77,9 g. Die Analysen scheinen dieser Annahme

nicht ganz Recht zu geben. Die vereinigten Kothe I, II, III lieferten einen so hohen Stickstoff und Cellulose und einen so niederen Aschegehalt, dass von einer nennenswerthen Beimengung von Milchkoth nicht gesprochen werden kann — immerhin müssen etwa 2—3 g lufttrockener Milchkoth darin sein. Koth IV enthält aber entschieden mehr Brotkoth, als der Augenschein zu ergeben schien. Aus dem Aschegehalt ergibt sich etwa 50% Brotkoth, aus dem Cellulosegehalt 45%, aus dem Stickstoffgehalt etwa 44% Brotkoth. Ich rechne 50% Brotkoth und ziehe bei Koth IV demnach die Bestandtheile von 6,75 g Milchkoth ab. Da aber Koth III auch etwas Milchkoth enthält, so vermehrt sich der Abzug auf 6,75 + etwa 2,25 = 9 g. Der Gesammtkoth steigt durch diese Correctur auf 77,9 + 13,5 — 9 = 82,4 g. Diese Zahl kann nur um 1—2 g ungenau sein.

	Gewicht		In 100 g lufttrock. Kothes				In 100 g frischen Kothes
	frisch	lufttrocken	Trockensubstanz	Asche	Stickstoff	Cellulose	
Koth I: Weich braun sehr wenig. (19. X. Abends) .	7						
Koth II: Wenig, gut geformter, typ. Brotkoth. Kleie sehr deutlich. (20. X. Abends)	45	10,4					10
Koth III: Grosse dunkelgefärbte gut geformte Kothsäule, im letzten Viertel durch kleine untrennbare Milchkothpartikelchen etwas heller gefärbt. (21. X. Abends)	216	67,5	88,73	9,08	6 05	6,23	5
Koth IV: Mischkoth halbfest. Hellfarbig, an der Luft sich röthend, aber deutlich kleine Mengen v. Brotkoth einschliessend. Auch das Mikroskop entdeckt reichlich Cellulose u. Muskelfaserfragmente	50	13,5	91,09	18,25	4,59	2,87	
Koth V: Reiner Milchkoth dünn							

Es stellen sich also die Gesammtausgaben im Koth:

	Trocken-substanz	Asche	Stickstoff	Cellulose	Normal-säure
Koth I + II + III . .	69,12	7,07	4,71	4,85	16
Koth IV	12,30	2,46	0,62	0,39	—
Summe	81,42	9,53	5,33	5,24	16
Abzuziehender Milchkoth	8,1	2,43	0,32	—	—
Summe	73,32	7,10	5,01	5,24	16

Zieht man Hungerkoth und Hungerstickstoff in Betracht, so war die Ausscheidung:

Trockensubstanz 73,32 — 26,8 = 46,52,
Stickstoff . . . 5,01 — 1,46 = 3,55.

Es fehlten an der vollständigen

	Ausnützung des Brotes		Ausnütz. der Gesammtnahrung	
	ohne Berücksicht. des Hungerkothes	mit Berücksicht. des Hungerkothes	ohne Berücksicht. des Hungerkothes	mit Berücksicht. des Hungerkothes
Trockensubstanz	16,1%	10,2%	9,7%	6,2%
Stickstoff	50,1	35,5	12,5	8,5
Cellulose	90,9	90,9	90,9	90,9

Versuch XVII.

Versuchsperson W. 19. und 20. Oct. 1893. Am 18. und 21. Oct. Milch. Koth. Am 19. X. gemischter Koth und der Anfang des Milchkothes. Am 20. X. 4 Uhr Milchkoth prachtvoll maiskolbenartig, von demselben ist absolut scharf etwas weicher Brotkoth (Koth I) zu trennen.

Auf den eigentlichen Versuch fallen folgende Kothe: (Folgt Tabelle auf Seite 260.)

Ehe Analysen vorgenommen waren, schien es am richtigsten Koth I + II + III = 74,8 g als Versuchskoth zu rechnen, Koth IV zu vernachlässigen; diese Rechnung verschiebt sich ein wenig an Hand der Analysen.

Koth III enthält nach dem Cellulosegehalt etwa 30% Milchkoth, nach dem Aschegehalt 15—20%. Ich nehme 20% an, sodass zu der folgenden Zusammenstellung der Gehalt von 3,3 g Milchkoth abzuziehen ist. Der Koth IV enthält nach dem Cellulosegehalt 60% Milchkoth, nach dem Stickstoff und Aschegehalt

etwa 30 % Milchkoth. Ich nehme 40 % Milchkoth an und ziehe deshalb in der folgenden Zusammenstellung den Gehalt von 4,1 g Milchkoth ab. Der Gesammtkoth berechnet sich so auf I + II + III + IV = 84,45 — 7,4 = 77,05 g. Diese Zahl kann nur um 1—2 g unrichtig sein.

	Gewicht		In 100 g lufttrock. Kothes				In 100 g frischen Kothes
	frisch	lufttrocken	Trockensubstanz	Asche	Stickstoff	Cellulose	Normalsäure
Koth I: Weich spärlich. (20. X. 4 Uhr)	21	5,8					kräftig sauer, Acidität nicht bestimmt
Koth II: Gut geformt, dunkelbraun kleiereich. (22. X. Morgens)	178	52,3	89,63 (I + II)	11,55 (I + II)	5,88 (I + II)	6,65 (I + II)	deutlich sauer 6,2
Koth III: Halbfester Brotkoth Spuren von Milchkoth einschliessend. (22. X. Mittags 5 Uhr) .	50	16,7	88,7	14,29	5,48	4,65	schwach sauer 6,2 [1]
Koth IV: Halbfester Milchkoth Spuren von Brotkoth einschliessend . . .	30	9,65	91,05	17,26	5,20	2,77	
Koth V: Reiner Milchkoth							

Es stellen sich also die Gesammtausgaben im Koth:

	Trockensubstanz	Asche	Stickstoff	Cellulose	Normalsäure
Koth I + II	52,07	6,71	3,42	3,86	12,4
Koth III	14,8	2,38	0,92	0,78	3,1
Koth IV	8,78	1,66	0,50	0,27	1,9
Summe	75,65	10,75	4,84	4,91	17,4
Abzuziehen ist Milchkoth 7,4 g lufttrocken . . .	6,66	1,99	0,26	—	—
Summe	68,99	8,76	4,58	4,91	—

1) Titrirung vergessen, Acidität von Koth II angenommen.

Zieht man Hungerkoth und Hungerstickstoff in Betracht, so war die Ausscheidung:

Trockensubstanz 68,99 — 26,8 = 42,19.
Stickstoff . . . 4,58 — 1,46 = 3,12.

Es fehlten an der vollständigen

Ausnützung des Brotes ohne Berücksicht. des Hungerkothes	Ausnützung des Brotes mit Berücksicht. des Hungerkothes	Ausnütz. der Gesammtnahrung ohne Berücksicht. des Hungerkothes	Ausnütz. der Gesammtnahrung mit Berücksicht. des Hungerkothes
Trockensubstanz		Trockensubstanz	
15,2%	9,3%	8,1%	5,6%
Stickstoff		Stickstoff	
45,8	31,2	11,0	7,5
Cellulose		Cellulose	
85,2	85,2	85,2	85,2

Tabelle I.

Ausnützung der Brottrockensubstanz bei Fleisch- und Brotkost

unter Annahme, dass der ganze Koth durch Brot bedingt sei.

Ungeschälter Roggen			Geschälter Roggen		
Versuchs-nummer und Versuchsperson	Verlust bei der Ausnützung ohne Berücksichtigung des Hungerkothes	Verlust bei der Ausnützung mit Berücksichtigung des Hungerkothes	Versuchs-nummer und Versuchsperson	Verlust bei der Ausnützung ohne Berücksichtigung des Hungerkothes[1])	Verlust bei der Ausnützung mit Berücksichtigung des Hungerkothes[1])
XIV. (Re) . .	18,4	13,1	XVI. (Re) . .	16,1	10,2
XV. (Wi) . .	18,9	13,6	XVII. (Wi) . .	15,2	9,3

Tabelle II.

Ausnützung der Gesammttrockensubstanz bei Fleisch- und Brotkost

unter Annahme, dass Fleisch, Brot und Butter bei der Kothbildung betheiligt sind.

Ungeschälter Roggen			Geschälter Roggen		
Versuchs-nummer und Versuchsperson	Verlust bei der Ausnützung ohne Berücksichtigung des Hungerkothes	Verlust bei der Ausnützung mit Berücksichtigung des Hungerkothes	Versuchs-nummer und Versuchsperson	Verlust bei der Ausnützung ohne Berücksichtigung des Hungerkothes	Verlust bei der Ausnützung mit Berücksichtigung des Hungerkothes
XIV. (Re) . .	11,5	8,2	XVI. (Re) . .	9,7	6,2
XV. (Wi) . .	11,9	8,5	XVII. (Wi) . .	8,1	5,6

Tabelle III.

Ausnützung des Stickstoffs des Brotes bei Fleisch- und Brotkost.

Ungeschälter Roggen			Geschälter Roggen		
Versuchsnummer und Versuchsperson	Verlust bei der Ausnützung ohne Berücksichtigung des Hungerkothes	Verlust bei der Ausnützung mit Berücksichtigung des Hungerkothes	Versuchsnummer und Versuchsperson	Verlust bei der Ausnützung ohne Berücksichtigung des Hungerkothes	Verlust bei der Ausnützung mit Berücksichtigung des Hungerkothes
XIV. (Re) . .	33,9	24,7	XVI. (Re) . .	50,1	35,5
XV. (Wi) . .	36,7	27,5	XVII. (Wi) . .	45,8	31,2

Tabelle IV.

Ausnützung des Stickstoffs der Gesammtnahrung bei Fleisch- und Brotkost.

Ungeschälter Roggen			Geschälter Roggen		
Versuchsnummer und Versuchsperson	Verlust bei der Ausnützung ohne Berücksichtigung des Hungerkothes	Verlust bei der Ausnützung mit Berücksichtigung des Hungerkothes	Versuchsnummer und Versuchsperson	Verlust bei der Ausnützung ohne Berücksichtigung des Hungerkothes	Verlust bei der Ausnützung mit Berücksichtigung des Hungerkothes
XIV. (Re) . .	11,3	8,27	XVI. (Re) . .	12,5	8,5
XV. (Wi) . .	12,8	9,2	XVII. (Wi) . .	11,0	7,5

Es erübrigt nun, die erhaltenen Resultate kritisch zu betrachten und mit anderen Ergebnissen der Literatur zu vergleichen. Da in einer früheren Arbeit[1]) dargethan wurde, dass, wenigstens bei einer meiner 2 Versuchspersonen, die Zugabe von Fleisch und etwas Butter die Ausnützung des Brotes nicht beeinflusst, so glaube ich meine Ergebnisse — auf Ausnützung der Brotkost allein umgerechnet — ruhig mit den in der Literatur enthaltenen Resultaten vergleichen zu können, in denen die Ausnützung von Brot allein studirt wurde.

Leider wird die scharfe Beantwortung der zu discutirenden Fragen einigermaassen gestört durch den Umstand, dass zum Brot aus geschältem Roggen ein Getreide von normalem Eiweissgehalt verwendet wurde, während der verwendete ungeschälte Roggen von einer anderen, abnorm eiweissreichen Sorte stammt. Viel schärfere Resultate wären erhalten worden, wenn wie ich es voraus-

1) K. B. Lehmann, Ueber die hygienische Bedeutung des Säuregehalts des Brotes. Dieses Archiv, Bd. XX, S. 23.

gesetzt, zu beiden Versuchen der gleiche Roggen, und zwar einmal geschält, einmal ungeschält, gedient hätte.

Als Vergleichsversuche sind der von Bischof und von Wicke heranzuziehen. Rubner hat die von Wicke angegebenen Werthe etwas berichtigt, da der Koth beim Genuss nicht decortirten Brotes statt 4,11 richtig 4,22 % Stickstoff enthält, und beim Genuss decortirten Brotes nicht 5,44, sondern 5,14 %.[1])

Zu meinem Bedauern sehe ich, dass ich bei der Berechnung des Stickstoffverlustes unter Berücksichtigung des Hungerkothes in den Versuchen von Wicke in der Uebersichtstabelle meiner früheren Arbeit einen Rechenfehler gemacht habe (Arch. f. Hyg. XIX. 114), der im folgenden berichtigt ist.

Für nicht decorticirtes sehr grob zermahlenes resp. zerquetschtes Getreide haben wir folgende Zahlen:

Brotsorte	bereitet aus	Säuregehalt	Verlust bei Ausnützung ohne Abzug des Darmkoths: Trockensubstanz	ohne: N	mit Abzug des Darmkoths: Trockensubstanz	mit: N	
Niederrheinisches Grobbrot	sehr grobem Roggenschrot	nicht sauer	20,9	46,6	18,6	40,0	Wicke
Oldenburger Pumpernikel	sehr grobem Roggenschrot	stark sauer	19,3	42,3	16,2	34,5	Bischoff
Hierzu passen meine Versuche mit ungeschältem Roggen							
Gelinck'sches Brot Wi	grober Roggenbrei	sehr stark sauer	18,4	33,9	13,1	24,7	K. B. Lehmann
Gelinck'sches Brot Re	grober Roggenbrei	sehr stark sauer	18,9	36,7	13,6	27,5	K. B. Lehmann

Die Brutto-Ausnützung der Trockensubstanz deckt sich fast genau in den Schrotbrotversuchen Bischoff's und Wicke's mit der von mir beim Gelinck'schen Brot gefundenen; nach Abzug

1) In seiner Berichtigung (Arch. f. Hyg, XIII, S. 122, Anmerkung) sagt zwar Rubner, dass das nicht decorticirte Brot Koth mit 5,14, das decorticirte Koth mit 4,22% Stickstoff geliefert habe — es liegt aber hier offenbar nur ein Lapsus calami vor, da S. 123 in den Rechnungen die oben gemachten Annahmen zu Grunde gelegt sind.

des Darmkothes scheint die Ausnützung des Gelinck'schen Brotes nicht unwesentlich günstiger. Es ist dies aber wohl eine Täuschung, denn der Darmkoth ist gewiss bei combinirter mässiger Fleisch- und Brotkost, wie ich sie wählte, nicht gleichgross, sondern kleiner als bei der von Bischoff und Wicke angewendeten ausschliesslich aus grobem Brote bestehenden, sehr reichlichen Brotkost. — Es ist dies ein Fall, in dem der Abzug des Darmkothes das Resultat nicht klarer macht, da wir über die Grösse des Darmkothes unter diesen Umständen gar nicht unterrichtet sind.

Die Ausnützung des Stickstoffs erscheint sowohl bei Betrachtung der Brutto- als der Nettozahlen wesentlich günstiger bei Anwendung des Gelinck'schen Brotes, als bei Schrotbrot. Ich bin aber geneigt, dies nicht auf Rechnung der Bereitungsweise, sondern auf Rechnung des ausserordentlich hohen Stickstoffgehalts des Gelinck'schen Brotes aus nicht decorticirtem Roggen zu setzen — und zwar aus dem einfachen Grunde, weil die Untersuchung des geschälten, aber eiweissärmeren Gelinck'schen Brotes Werthe für die Stickstoffausnützung ergab, die wieder ebenso schlecht, ja ein bischen schlechter sind, als bei Bischöff und Wicke, d. h. 50,1 und 45,8% ohne Darmkothberücksichtigung, 35,5 und 31,2 bei Berücksichtigung des Darmkothes (siehe unten).

Ueber die Bedeutung der Decorticirung ist während des Niederschreibens dieser Arbeit die sorgfältige Untersuchung von Prausnitz und Menicanti[1]) erschienen, die zeigt, dass bei gleicher, recht feiner Vermalung decorticirtes und nicht decorticirtes Getreide fast gleich gut ausgenützt werden. Der Bruttoverlust betrug:

	Trocken-substanz	Stickstoff
bei nicht decorticirtem Roggen	9,86	30,23
	10,61	31,12
bei decorticirtem Roggen	11,1	30,32
	9,66	28,09

In meinen Versuchen mit dem nur grob zerquetschten Gelinck'schen Brot fand ich Bruttoverlust:

1) Prausnitz und Menicanti. Zeitschr. f. Biologie, Bd. XXX, S. 328.

	Trocken-substanz	Stickstoff
bei nicht decorticirtem Roggen	18,4	33,9
	18,9	36,7
bei decorticirtem Roggen	16,1	50,1
	15,2	45,8,

d. h. die Trockensubstanz des decorticirten Brotes wird merklich etwas besser ausgenützt, als die des nicht decorticirten; die scheinbare Verschlechterung der Stickstoffausnützung beim decorticirten Brote erklärt sich, wie oben angedeutet, durch den abnorm hohen Stickstoffgehalt des nicht decorticirten Brotes — es ist also wohl richtiger von einer scheinbaren Verbesserung durch das eiweissreiche Getreide im ersten Versuche zu sprechen.

Haben diese Versuche auch für die Decorticirung eine gewisse günstige Wirkung auf die Ausnützung bewiesen — für grob zerquetschtes Korn scheint die Decorticirung nicht ganz werthlos —, so stimme ich doch mit Prausnitz und Menicanti darin überein, dass ihr nur höchstens ein bescheidener Werth für die Ausnützung zukommt, und dass in den Versuchen von Wicke die feinere Zermahlung den Hauptgrund der so sehr verbesserten Ausnützung seines Brotes aus decorticirtem Getreide darstellte. Vergl. hierüber K. B. Lehmann, Arch. f. Hyg. XIX. S. 78.

Werfen wir zum Schluss noch einen Blick auf die Ausnützung der Cellulose, so begegnen wir sehr auffallenden Verhältnissen.

Die Cellulose des nicht decorticirten Getreides erschien
bei Wi zu 71,9% bei Re zu 78,5% im Koth,
für das decorticirte Getreide dagegen ergab sich ein Verlust
bei Wi zu 85,2% bei Re zu 90,9% im Koth.

Man hätte wohl erwarten dürfen, dass aus den decorticirten Körnern mehr als aus den ungeschälten Cellulose aufgenommen würde — die sorgfältigen Versuche ergaben regelmässig das Gegentheil bei beiden Versuchspersonen. Ich möchte aber dennoch auf diese Resultate keine zu grossen Reflexionen gründen, dazu müssten dieselben öfters und mit dem gleichen Getreide in decorticirtem und nicht decorticirtem Zustande gewonnen sein.

Vorerst erscheinen mir noch zwei für die Versuche gleich uninteressante Erklärungsmöglichkeiten denkbar, einmal, dass namentlich von den gröberen Hülsen ein Theil in den vorn abgrenzenden Milchkoth gewandert und der Analyse entgangen sei — konnte ich doch einmal constatiren, dass als Schlussabgrenzung gegebene Heidelbeeren in den ganzen Versuchskoth eingedrungen waren. Zweitens könnten von den feineren Cellulosepartikeln ein Theil oben im Magendarmkanal liegen geblieben sein und erst allmählich zur Ausscheidung gelangen. Ich konnte nämlich in einem Versuche beobachten, dass bei einer scheinbar ganz gesunden, zu Ausnützungsversuchen aber natürlich vollkommen untauglichen Versuchsperson zur Abgrenzung gegessene Heidelbeeren 5 Tage brauchten, bis sie ganz aus dem Kothe verschwunden waren; gewisse Zellen der Heidelbeere sind für den mikroskopischen Nachweis durch ihre charakteristische Form äusserst geeignet.

Die Ausnützung der Cellulose in meinen Versuchen war überhaupt eine sehr schlechte, was offenbar mit der groben Zerkleinerung zusammenhängt. Prausnitz und Menicanti fanden (a. a. O.) weit bessere Ausnützung aus ihren feiner zermahlenen Mehlen. Es betrug der Celluloseverlust:

Person	Decorticirter Roggen	Undecorticirter Roggen
R	45,2	59,7
N	55,9	63,9
	Decorticirter Weizen	Undecorticirter Weizen
R	55,4	47,3
N	—	46,6

Auch in diesen Versuchen erscheint der Nachweis, dass die Decorticirung die Ausnützung der restirenden Cellulose verbessere nur für den Roggen geführt. Beim Weizen liegt die Sache für Person R umgekehrt und höchst wahrscheinlich für Person N ebenfalls.

Ich fasse mein Urtheil über das Gelinck'sche Verfahren dahin zusammen: So schätzenswerth es für gewisse Fälle sein mag, aus unzermahlen aufbewahrtem Getreide durch einen — in der Beschreibung wenigstens — einfachen Apparat rasch ein wohlschmeckendes Brot erhalten zu können, so darf doch nie ver-

gessen werden, dass das so erhaltene Brot in seiner Ausnützung selbst unter schlechtem Commissbrot steht und sich sehr der des groben norddeutschen Schrotbrots anschliesst. Auch die Decorticirung verbessert daran nichts sehr Bedeutendes. Ob die Methode berufen ist, in Schrotbrotgegenden dem Schrotbrot Concurrenz zu machen, wird die Erfahrung zeigen. Die etwas bessere Ausnützung der Trockensubstanz im Gelinck'schem Brote gegenüber der im eigentlichem Schrotbrote zur Empfehlung zu verwenden, dürfte gewagt erscheinen; sind doch die Versuche nicht unter ganz gleichen Bedingungen und nicht an der gleichen Person ausgeführt.

Die hohe Ausbeute ist, soweit sie durch den sehr hohen Wassergehalt bedingt ist, natürlich auch nur ein scheinbarer Vortheil.

Einer wesentlichen Verbesserung erscheint das Gelinck'sche interessante Verfahren dadurch fähig, dass weit feinere Siebe bei der Teigmaschine Verwendung finden; es erscheint möglich, namentlich unter Mithilfe der Decorticirung so ein Roggenbrot zu erzielen, von dem nur etwa 12% der Brutto-Trockensubstanz zu Verlust geht.

Die etwaigen finanziellen Vortheile des Verfahrens kann ich nicht übersehen.

Hygienische Studien über Mehl und Brot.

Theil VII

Von

Dr. Alexander Wolffin

aus Warschau,

z. Z. Assistent am hygienischen Institut.

(Aus dem hygienischen Institut in Würzburg.)

I. Literaturübersicht.

Die wichtigeren Arbeiten, die sich auf die Sauerteiggärung — eine höchst interessante, aber noch immer nicht vollkommen bearbeitete Frage — beziehen, gehören dem letzten Decennium an; ich habe mir absichtlich keine Mühe gegeben, ältere Arbeiten mitzuberücksichtigen, die noch nicht nach den zuverlässigen Methoden der Mikroorganismenforschung gewonnen sind, über welche wir jetzt verfügen.

Die Autoren, die sich mit dieser Frage mehr oder weniger eingehend beschäftigt haben, kann man in zwei Gruppen eintheilen:

Die eine schreibt bei der Brotgärung durch Sauerteig den Bacterien eine wichtige Rolle zu, die andere hält die Sprosshefe für den einzigen maassgebenden Gärmikroorganismus, nicht nur bei der Gärung des Teigs mit reiner Hefe, sondern auch bei der durch Sauerteig eingeleiteten. Ich will möglichst kurz und objectiv einige besonders wichtige Stellen aus den Arbeiten der ersten Gruppe herausgreifen, um nachher die Ansichten der zweiten Gruppe, soweit sie im engeren Zusammenhang mit meinen weiteren Ausführungen stehen, folgen zu lassen.

Nach Chicandard[1]) wird die Brotgärung durch ein Bacterium hervorgerufen, und zwar soll sie im wesentlichen in der

1) Chicandard, Comptes rendus, 1883, 96, 1585.
» » 1883, 97, 616.
» » 1891, 113, 612.

Umwandlung der unlöslichen Eiweisskörper in lösliche bestehen. Unter den Argumenten, die seine Anschauung rechtfertigen sollen, findet man einige, wie die Constanz des Zuckergehaltes im Mehl während der Gärungsdauer oder die Abwesenheit des Alkohols und der Sprosspilze im Sauerteig, — welche einfach unrichtig und undiscutabel sind. Wichtiger scheint mir dagegen die von Chicandard angegebene Analyse der Gärungsgase zu sein: nach ihm bestehen sie aus Kohlensäure (70%), Wasserstoff und Stickstoff (Rest). Auf Grund dieser Zusammensetzung, sowie der von ihm nachgewiesenen Peptonisirung der Eiweissstoffe wird die Brotgärung mit einer »beginnenden Fäulniszersetzung« identificirt, und als Hauptfactor nicht die Hefe, der ja derartige Eigenschaften nicht zukommen, sondern ein besonderer Bacillus, der sich im Teig entwickelt, angesehen. Die Rolle der Hefe soll sich nach ihm auf eine Begünstigung der Bacterienentwickelung beschränken — wir werden freilich im weiteren gerade das Gegentheil davon beweisen.

Marcano[1]) stimmt fast vollständig mit Chicandard überein; er findet auch keinen Saccharomyces im gärenden Sauerteig, dagegen eine bewegliche »Spherobactérie«, der von ihm die Hauptrolle zugeschrieben wird; schliesslich constatirt er die Peptonisirung der Eiweisskörper — das dabei gebildete Pepton gibt aber keine Tanninreaction. (?)

In einer kurzen Abhandlung beschränkt sich Moussette[2]), gegen Chicandard polemisirend, auf den Nachweis von Alkohol im Sauerteig; unter Barral's Leitung fing er die Dämpfe, die sich beim Brotbacken im Ofen entwickelten, auf und bestimmte darin quantitativ den Alkoholgehalt.

Boutroux[3]) isolirte aus dem Sauerteige vier Hefearten; da er aber gleichzeitig viele Bacillen darin fand, so kam er zur Ansicht, dass eine normale Brotgärung der gemeinsamen Thätigkeit von Sprosspilzen und Bacterien zugeschrieben werden müsse,

1) **Marcano**, Comptes rendus, 1883, 96, 1733.

2) **Moussette**, Comptes rendus, 1883, 96, 1865.

3) **Boutroux**, Comptes rendus, 1883, 97, 117.

und dass man, neben der Hauptgärung, die er »Fermentation peptonique« nennt, auch eine andere, »alkoholische Gärung« annehmen könne.

Auf Grund weiterer Untersuchungen, die derselbe Autor [1]) in einer späteren Arbeit veröffentlichte, modificirt er jedoch seine ursprüngliche Ansicht dahin, dass die Gärung des Brotes in einer normalen Alkoholgärung des im Mehle vorhandenen Zuckers besteht; die Hefe soll dabei eine doppelte Rolle spielen: als eigentlicher Gasbildner lockert sie das Brot und hindert die säurebildenden Bacterien in ihrer Entwickelung, so dass das Brot nicht zu sauer werden kann. Wie er angibt, gelang es ihm, aus dem Mehle neben anderen drei Bacterienarten herauszuzüchten, die sich an der Brotgärung activ betheiligen können; der Bacillus α besitzt die Eigenschaft, Fermente abzusondern, die den Kleber auflösen und lösliche Stärke saccharificiren, ohne den fertigen Zucker anzugreifen. Dieses Bacterium »in ein durch die Hitze sterilisirtes Gemisch vom Mehl und Wasser neben der Hefe gebracht, ruft eine alkoholische Gärung hervor«. [2])

Die Bacillen: β aus dem Mehl und γ aus der Kleie isolirt, sind Gasbildner und vergären unter Säurebildung ein durch Hitze sterilisirtes Gemisch vom Mehl resp. Kleie und Wasser. Ich werde im weiteren die ganze Unzulänglichkeit einer derartigen Sterilisirungsmethode zu beweisen haben. Auf seine weiteren Experimente gestützt, die ihrer Ungenauigkeit wegen keine überzeugende Kraft besitzen, gelangt Boutroux zum Schluss, dass die Hefe der wesentliche Factor der Brotgärung sei, und dass sich die Bacterien, wenn sie überhaupt eine nützliche Rolle spielen, auf die Vorbereitung der vergärbaren Stoffe, d. h. Umwandlung der Stärke in Zucker, beschränkten. Wahrscheinlich ist dies so zu verstehen, dass er von der Säurebildung als einer unnützen, unerwünschten Leistung der Bacterien absichtlich nicht spricht.

---

1) **Boutroux**, Comtes rendus, 1891, 113, 203.

2) Dies ist vollkommen unverständlich. Hefe allein ruft alkoholische Gärung hervor, und Bacillus α soll den Zucker ja nicht angreifen!

Wiegand[1]), der die Frage der Brotgärung nur nebenbei berührt, schreibt die Hauptrolle einem Bacterium — Bacterium farinaceum — zu, das sich spontan aus dem Eiweiss des Klebers bilde.

Anlässlich einer in Belgien in grossem Maasse auftretenden Brotverderbnis hat Laurent[2]) aus gärendem Teige einen darin constant und massenhaft vorkommenden Bacillus isolirt, den er als Haupterreger der normalen Brotgärung betrachtet. Dieses Bacterium, vom Autor mit Namen Bacillus panificans bezeichnet, hat eine Reihe charakteristischer bacterioskopischer Merkmale, die es leicht von anderen Arten zu unterscheiden gestatten. Wir wollen hier einige wichtigere Eigenschaften dieses Bacillus anführen, um nachher darauf zurückzukommen.

Dieses kurze, in seiner Länge etwas variirende Stäbchen bildet auf den Platten runde, scharf begrenzte Colonien von hellgelber Farbe; die Gelatine wird nicht verflüssigt, in der Stichcultur wächst der Organismus den ganzen Stich entlang, auf der Oberfläche bildet er einen Belag, der an die lappige Gestalt eines Farenkrautblattes erinnert. Die Art gedeiht ebenso gut bei Luftabschluss, ist also facultativ anaërob und sehr beweglich. Der Organismus ist im Stande, hohe Wärmegrade zu ertragen, so dass die Stäbchen die Backtemperatur überleben und sich im fertigen Brot finden lassen. Seine Sporen sind noch widerstandsfähiger und werden erst bei zehn Minuten langem Erhitzen auf 100° abgetödtet. Dieses Bacterium, welches nicht nur im Mehl, Kleie und Teig, sondern auch im Stuhlgang und überhaupt in der ganzen Natur in grossen Mengen vorkommt, bildet bei der normalen Brotgärung Kohlensäure, Essig-, Milch- und Buttersäure, löst Kleber und verwandelt die Stärke in Dextrin. In warmer Jahreszeit kann der Bacillus panificans eine Brotkrankheit erzeugen, d. h. das Brot schleimig, fadenziehend, faulig machen, und gerade aus diesem Anlasse hat sich Laurent mit dieser Frage etwas eingehender beschäftigt.

1) Wiegand, »Das Protoplasma als Fermentorganismus«. »Entstehung und Fermentwirkung der Bacterien«

2) Laurent, »La bactérie de la fermentation panaire«. Bulletins de l'Académie royale des sciences de Belgique, 1885, S. 3, T. 10, 765.

Popoff [1]) berichtet kurz über eine anaërobe Bacterienart, die er aus dem gärenden Sauerteig herauszüchten konnte. Dieser unbewegliche, kurze, ovale, meist paarweise zusammenhängende Bacillus wächst — obwohl zur Vermehrung bei Luftabschluss befähigt — auch bei Zutritt von Sauerstoff und bildet dann an der Oberfläche der Gelatine, die er nicht verflüssigt, zarte weisse Ausbreitungen, auf Kartoffeln wächst er fast unsichtbar, bevorzugt saure Nährsubstrate und in Bouillon bildet er einen weisslichen Niederschlag. Bei 80° wird dieses Bacterium in 10 Minuten abgetödtet, producirt keine Sporen, liefert Milch- und wahrscheinlich auch andere Säuren und Gase, welche von Popoff nicht analysirt wurden. Der Autor glaubt, diesem Bacillus, der sich im Sauerteig stets findet, eine wichtige Rolle bei der Brotgärung zuschreiben zu müssen.

Dieser ersten Gruppe von Autoren — Boutroux hat seine Ansicht allerdings, wie wir sahen, inzwischen zu Gunsten der Hefe geändert — stehen die der zweiten Gruppe gegenüber, welche ausschliesslich die Hefe als Hauptfactor einer normalen Brotgärung [2]) ansehen und die Gegenwart der Spaltpilze, sowie ihre Thätigkeit für absolut entbehrlich, ja sogar unter Umständen für schädlich halten. Diese Ansicht vertritt Aimé-Girard [3]), für welchen die Brotgärung in der Umwandlung der Maltose in Kohlensäure und Alkohol besteht. Auf Grund einiger Analysen der sich beim Aufgehen bildenden Gase nimmt er das Zustandekommen einer rein alkoholischen Gärung an und findet pro 1 kg Teig 2,73 g CO_2 und 2,5 g Alkohol. Die Säurebildung wird für etwas Accessorisches gehalten. Jago [4]) kommt zum gleichen Resultat.

---

1) Popoff, »Sur un Bacille anaérobie de la fermentation panaire«. Annales de l'Institut Pasteur, 1890, IV., 674.

2) Ich kann leider die Autoren, welche unter Brotgärung »Weissbrothefegärung« und diejenigen, die darunter »Sauerteiggärung« verstehen, nicht streng auseinanderhalten, da die Ausdrucksweise in den fremden Sprachen mir nicht immer eindeutig erschien.

3) Comptes rendus, Aimé-Girard, 1885, 101, 601.

4) Jago, »Fermentation in its relation to bread making«. The Journal of the Society of chemical Industrie, 1887, 29. März, 164—170.

Nach Arcangeli[1]) wird die Gärung durch Saccharomyces minor vermittelt, welcher eine alkoholische Gärung hervorruft. Neben diesem Sprosspilz findet der Autor den Bacillus subtilis Praz., welchem die Stärke- und Eiweisslösung- und Mycoderma vini, dem die Essigsäurebildung (?) zugeschrieben werden, allein die Gegenwart dieser Schizomyceten ist für Arcangeli von ganz nebensächlicher Bedeutung.

Auch Dünnenberger[2]) kommt auf Grund seiner sorgfältigen Untersuchungen zum Schluss, dass die normale Brotgärung eine alkoholische sei. Als einziger wesentlicher Gärorganismus sei nur die Sprosshefe zu betrachten, während die Bacterien eine unnöthige Verunreinigung bilden und absolut entbehrlich seien. Es würde uns zu weit führen, alle Experimente dieses Forschers hier anzugeben, und zwar umsomehr, als manche von ihnen nicht ganz einwandfrei sind und mir die These des Autors nicht recht zu beweisen scheinen. Uebrigens muss ich auf einige Punkte dieser Arbeit zurückkommen, soweit sie meinen Resultaten zu widersprechen scheinen.

An den Schluss dieser kurzen literarischen Uebersicht kann passend die Untersuchung über die Organismen des Sauerteigs von Peters[3]) gestellt werden. Dieser Autor, der sich die Aufgabe stellte: die normal im Sauerteig vorkommenden Organismen genauer kennen zu lernen, um so zu einem Verständnis der durch sie hervorgerufenen Wirkungen zu kommen, nimmt nämlich zwischen beiden Gruppen eine vermittelnde Stellung ein. Das Resultat seiner Untersuchungen lautet dahin, dass die durch den Sauerteig hervorgerufene Brotgärung aus einer Reihe neben einander herlaufender, zum Theil ineinander greifender Um-

---

1) Arcangeli, I. »Poche parole sulla ferementazione panaria«. II. »Sulla fermentazione panaria«. Atti della Società toscana di scienza naturali residente in Pisa Vol. IX, 1888, fasc. 1, gr. 8, p. 22.

2) Dünnenberger, »Bacteriologisch chemische Untersuchung über die beim Aufgehen des Brotteiges wirkenden Ursachen«. Dissertation. Cassel, 1888.

3) Peters, »Die Organismen des Sauerteigs und ihre Bedeutung für die Brotgärung«. Botanische Zeitung 1889, Jahrgang 47, Nr. 25, 26, 27.

Die Peters'

	Aussehen	Grösse	Beweglichkeit	Stichcultur auf Nährgelatine
A	Sehr kleine Kurzstäbchen.	Die Länge das 1½-fache der Breite	In älteren Culturen bewegungslos, sonst einzeln oder zu zweien zusammenhängend, in der Flüssigkeit umher schwimmend.	Gelatine wird nicht verflüssigt. An der Oberfläche findet keine Ausbreitung statt; längs des ganzen Stichcanals entwickeln sich kugelige Colonien, die langsam wachsen.
B	Stäbchen: einzeln oder zu zweien, häufig mehrere mit ihren Längsachsen parallel nebeneinander.	1,5 μ lang, 0,4 μ Durchmesser	In Flüssigkeiten schwärmen sie lebhaft umher.	Innerhalb der Gelatine wächst fast gar nichts. An der Oberfläche bildet sich eine starke weissgelbliche Auflagerung.
C (meistens in altem, stark saurem Sauerteige)	Stäbchen: an einem Ende abgestumpft, am andern zugespitzt, also eiförmig.	1,6 μ lang, 0,8 μ breit	Beweglichkeit wurde nicht beobachtet.	Dem B ganz ähnlich, d. h. nur auf der Oberfläche.
D	Dicke Fäden wirr durcheinander geschlungen.	0,5 μ dick	Lebhafte Bewegung.	Gelatine wird nicht verflüssigt. Isolirte kugelige Colonien, ohne sich auf der Oberfläche zu entwickeln.
E (aus dem Sauerteige sehr schwer zu isoliren.)	Zuerst Stäbchen, dann lange Fäden, theils parallel theils wirr geschlungen.		Nach 24 Stunden hört die Beweglichkeit auf.	Am besten gedeiht er in einem Aufguss von gekochtem Hühnereiweiss; in gewöhnlicher Gelatine wächst er nicht, sobald man aber dem Nährboden lösliche Stärke zusetzt, findet ein üppiges Wachsthum mit schneller Verflüssigung der Gelatine statt.

setzungsprocesse besteht, deren wesentlichster, die alkoholische Gärung, durch Saccharomyceten hervorgerufen wird, während die durch Bacterien hervorgerufenen Säuregärungen und Lösungsvorgänge erst in zweiter Linie in Betracht kommen. Unter den Sprosspilzen, die sich mehr oder weniger regelmässig im Sauerteig finden lassen, hat Peters vier Arten isolirt: die am reichlichsten

schen Arten.

Auf der Gelatineplatte	Sporenbildung	Gärungsproducte
Dieses Stäbchen bildet kleine, kreisrunde Colonien, im durchfallenden Lichte mattgelbbraun.	Keine.	
In Form, Farbe und Grösse ähnlich dem A, wächst aber rascher.	Keine.	Bildet Milchsäure u. löst in geringem Grade Stärke.
Kreisrunde homogene Colonien, die grosse Neigung zeigen, falls sie an die Oberfläche gelangen, sich flächenartig auszubreiten; im durchfallenden Lichte von brauner Farbe.	Keine.	Essigsäure.
In Farbe und Grösse ähnlich dem A, sind aber nicht rund, sondern länglich (Mehlsack) und wachsen sehr langsam, in Agar bilden sich rundliche Colonien, die aber im Umfang bald unregelmässig werden; auf der Oberfläche breiten sie sich auf und bilden eine dicke, glänzende Schicht, wobei reichliche Sporenbildung eintritt.	In Bierwürze reichliche Sporenbildung, 1,4 μ lang, nicht ganz 0,5 μ dick.	Löst Stärke.
	Die stärkste Sporenbildung tritt in neutralem Hefewasser bei 30° C. ein, Sporen 1,6 μ lang und 0,8 μ breit.	Löst Eiweiss und Stärke.

vorkommende Hefeart zeigt kugelrunde Zellen von 3,5 μ Durchmesser, auf feuchten Gypsplatten bildet sie reichliche Sporen, in zuckerhaltigen Lösungen ruft sie eine lebhafte Gärung hervor und scheint mit Saccharomyces minor Engel identisch zu sein. Die zweite Hefeart ist eiförmig, 3—4 μ lang und 2,5—3 μ breit, besitzt übrigens alle Eigenschaften der ersten Form. Ebenso

regelmässig, wenn auch in wechselnden Mengen, findet sich Mycoderma vini, welches vom Autor für eine Verunreinigung gehalten wird, und endlich sehr unregelmässig treten Hefezellen auf, die dem Saccharomyces cerevisiae ähnlich und nur zufällig in den Sauerteig gerathen sind.

Es ist Peters ferner gelungen, neben diesen Sprosshefen fünf Bacterienarten aus dem gärenden Sauerteig herauszuzüchten, (Siehe Tabelle auf S. 274 und 275).

Damit schliessen wir diese kurze Uebersicht alles dessen, was auf diesem Gebiete in neuerer Zeit gearbeitet worden ist.

Jeder, der nicht selbst in dieser Frage gearbeitet hat, wird durch die Kette von Widersprüchen, in den Hauptpunkten sowohl, wie in den Einzelheiten, den Eindruck empfangen, dass eine erneute sorgfältige, vorurtheilsfreie Bearbeitung der Fragen nicht nur vollberechtigt, sondern nothwendig zur Klärung unserer Anschauungen erscheint. Ich folgte daher gerne dem Vorschlage von Herrn Professor K. B. Lehmann, mich unter seiner Leitung von neuem mit den streitigen Fragen zu beschäftigen.

Möge es mir gelungen sein, einen wesentlichen Fortschritt unserer Erkenntnis anzubahnen.

2. Die Organismen des Sauerteigs.

a) Die Hefe des Sauerteigs.

Wenn man aus dem Sauerteig mikroskopische Präparate mit der üblichen Färbetechnik macht, so findet man darin in grosser Anzahl einzelne oder zu zweien verbundene Kurzstäbchen und erst bei näherer und längerer Betrachtung trifft man hier und da spärlich vorkommende Saccharomyceszellen — giesst man aber aus demselben Sauerteig Gelatineplatten, so beobachtet man sofort, dass die Hefe sich massenweise und zwar ziemlich unabhängig von dem Alkalescenzgrade des betreffenden Nährbodens entwickelt, während Bacteriencolonien im Vergleich zur Zahl der Sprosspilzrasen sehr mässig vertreten sind.

Im Laufe eines ganzen Jahres, so lange ich mich mit dieser Frage beschäftigt habe, wiederholte sich dieses üppige Wachsthum der Hefe auf Gelatine, während die Bacterien, an und für sich im Sauerteig so zahlreich vertreten, durch die Sprosspilze ganz überwuchert schienen.

Um zu Zählungen der Hefeindividuen geeignete Platten zu erhalten, erwies sich folgende Verdünnung als besonders geeignet: ½ g frischen Sauerteig mit 10 ccm Wasser in einer Reibschale zerreiben, 1 ccm von diesem Gemisch wieder mit 100 ccm Wasser versetzen und erst mit 0,1 ccm davon die Platten beschicken. Auf jeden Quadratcentimeter der bekannten Wolffhügel'schen Zähltafel kamen beispielsweise in einem Zählversuche (es wurden stets Dosen mit 54 qcm Bodenfläche verwendet)

Gelatine, pro 1 qcm					Mittel
60	40	45	50	60	
60	50	35	50	35	48,5
Zuckergelatine, pro 1 qcm					
30	40	50	100	55	
70	70	65	70	90	64,0
					56,2

also durchschnittlich pro 1 qcm 56 Colonien.

Hieraus berechnet sich für 1 g Sauerteig 78 Millionen Hefezellen.

Dass für das üppige Gedeihen der Hefe nicht der specielle Nährboden resp. sein zufälliger Aciditätsgrad verantwortlich gemacht werden konnte, zeigte folgender Versuch: Zum Plattengiessen wurden wiederholt Gelatinen von verschiedenem Aciditätsgrade verwendet und zwar:

1. Saure Gelatine, von der 10 ccm gerade 0,5 ccm Normal-NaOH zum Neutralisiren gebrauchten (Indicator Phenolphthaleïn),

2. absolut neutrale Gelatine (Phenolphthaleïn als Indicator),

3. und 4. alkalische Gelatine, d. h. zu 10 ccm neutraler Gelatine war 1,0 resp. 1,5 ccm Normal-NaOH zugesetzt.[1]) Auf allen

---

1) Indicator Phenolphtaleïn.

vier Nährböden zeigte sich dieselbe üppige, gleich starke Hefeentwickelung und daneben immer nur eine verhältnismässig geringe Zahl von Bacteriencolonien. Dieser einfache Versuch beweist, dass das Accommodirungsvermögen der Sauerteighefe an verschieden saure resp. alkalische Nährböden eine hervorragende Eigenschaft dieser Hefeart bildet, worauf wir weiter unten nochmals zu sprechen kommen.

Um nun, durch die Hefe ungestört, die Sauerteigbacterien, welche beim directen Mikroskopiren so massenhaft in die Augen fallen, reichlicher zur Entwickelung zu bringen, muss man die Sprosspilze eliminiren. Eine starke Einschränkung erfährt die Entwickelung der letzteren, wie ich beobachtete, auf Agarplatten, die sich bei der Bruttemperatur entwickeln; noch reichlicher und reiner erhält man die Spaltpilze, wenn man den im Wasser vertheilten Sauerteig in ein Reagensglas mit Zuckerbouillon bringt und bei 37° C. im Brutschrank hält; unter diesen Umständen werden die Sprosspilze in ihrer Entwickelung vollständig unterdrückt, und wenn man von dieser Zuckerbouillon Platten giesst, so erhält man auf das Leichteste ausschliesslich Colonien der im Sauerteig vorkommenden Spaltpilze.

Wir gehen nun zur Schilderung der eigentlichen Flora dieses Mediums über und wollen gleich die oben berichteten Resultate von Peters in Vergleich ziehen. Es ist mir nicht möglich gewesen, die Angaben von Boutroux und Peters, von denen jeder mehrere Arten der Hefe im gärenden Sauerteig fand, bestätigen zu können. Auf einer ganzen Reihe von Platten, die ich längere Zeit von aus zwei verschiedenen hiesigen Bäckereien stammendem Sauerteig gegossen habe, kam zur Entwickelung nur eine einzige Art der Hefe, welche alle Eigenschaften von Saccharomyces minor Engel besitzt. Ich verzichte auf eine ausführliche Beschreibung dieser Art, weil ich mich mit derselben nicht näher beschäftigte; ich habe jedoch die Angaben von Peters über diese auffallend kleinzellige Art im wesentlichen nachgeprüft und als richtig befunden. Saccharomyces minor wird zur Zeit im hygienischen Institut einer näheren Untersuchung unterzogen.

b) **Bacillus levans (Lehmann und Wolffin).**

Zu den im Sauerteig vorkommenden Spaltpilzen übergehend, will ich gleich bemerken, dass ein Bacterium, welches mit dem unter A von Peters beschriebenen Bacillus identisch wäre, im Sauerteig der Würzburger Bäckereien sich nicht finden liess. Die Peters'schen Bacterienarten B, D und E fand ich nur unregelmässig und nicht absolut den Peters'schen Beschreibungen entsprechend. Ich habe im Laufe eines Jahres 22 mal den Würzburger Sauerteig bacteriologisch, d. h. etwa alle zwei Wochen einmal, nach der Plattenmethode untersucht, nur in fünf Fällen habe ich eine der obigen Arten finden können. Dagegen tritt mit grösster Constanz und Regelmässigkeit neben der Hefe, die im Sauerteig nie fehlt, ein Bacterium auf, dem wir eine grössere Bedeutung beimessen. Dasselbe soll deswegen eingehend beschrieben und mit dem »Bacillus panificans« von Laurent, der Popoff'schen anaëroben Art und schliesslich dem Bacterium C von Peters verglichen werden; über die Bacterien, die mit Peters'schen Arten B, D und E übereinzustimmen scheinen, werde ich mich nur in einem kurzen Anhang beschäftigen.

Das Bacterium, welches neben dem Sprosspilz Saccharomyces minor Engel den einzigen reichlich constant auftretenden Mikroorganismus des Sauerteiges bildet, ist ein kleines, kurzes Stäbchen mit abgerundeten Enden, etwa 1,8 μ lang und 0,6 μ breit. Diese Dimensionen behält es auf allen festen Nährböden; nur in zuckerhaltigen Flüssigkeiten, wo es besonders üppig gedeihen kann, werden einzelne Individuen länger und breiter, so dass sie die Länge von 2,7 μ und Breite 1,3 μ erreichen können. Dieses Bacterium tritt entweder einzeln oder paarweise auf, nie aber in längeren Verbänden oder zu Fäden ausgewachsen.

Im hängenden Tropfen untersucht, zeigt dieser Bacillus eine mässige Beweglichkeit und nicht nur die einzelnen, sondern auch die Doppelstäbchen lassen eine deutliche Locomotion erkennen.

Es ist uns nicht gelungen, eine Sporenbildung constatiren zu können, weder im hängenden Tropfen, noch durch die Färbung, dagegen beobachtet man nicht selten innerhalb der Stäbchen ungefärbt bleibende Stellen, helle Lücken im Zellprotoplasma; eine

ähnliche Erscheinung beim Bacillus des Typhus abdominalis wird von Buchner[1]) in der Weise erklärt, dass sich bei dem Antrocknen der Bacterien auf dem Deckglase oder unter dem Einfluss der Farblösungen das Bacterienprotoplasma an diesen Stellen von der Membran ablöst und zurückzieht, was nicht nur in den Endstücken, sondern auch ebenso häufig in der Mitte der Stäbchen vorkommen kann. Unser Sauerteigbacterium ist für alle Anilinfarbstoffe sehr leicht empfänglich; es färbt sich rasch und intensiv und behält die Farbe längere Zeit. Nach Gram wird es entfärbt.

Schon bei gewöhnlicher Temperatur wächst es auf allen Nährböden, festen wie flüssigen, ziemlich rasch, besonders üppig gedeiht es aber bei Bruttemperatur. Der Bacillus ist eine facultativ anaërobe Art und vermag nicht nur bei Abschluss des Sauerstoffs — ich habe Versuche mit Stichculturen, Platten etc. nach der Buchner'schen Pyrogallussäuremethode gemacht —, sondern auch in reiner Kohlensäureatmosphäre in gleicher Zeit und gleich gut sich zu entwickeln.

Ueber das Aussehen der Culturen auf verschiedenen Nährböden gibt folgende Tabelle Auskunft:

Plattenculturen.

Neutrale oder schwach alkalische Gelatine.	Rasches und üppiges Wachsthum, hellgelbe homogene scharf begrenzte Colonien, die bei theilweiser Abblendung fein granulirt und concentrisch geschichtet erscheinen. Sobald sie an die Oberfläche vordringen, breiten sie sich aus, bilden dünne, durchsichtige, unregelmässig gebuchtete Auflagerungen; die letzteren sind entweder ganz homogen oder enthalten in ihrer Mitte die ursprüngliche Colonie als Kern.
Sauere Gelatine.	Die Entwickelung, sonst ganz ähnlich, ist eine viel langsamere und spärlichere. Die Colonien sind etwas dunkler gefärbt, am Rande aber heller, wodurch die Granulirung deutlicher zu sehen ist. Auch hier wird die Gelatine nicht verflüssigt.
Agar.	Die Colonien zeigen ein ähnliches Wachsthum, was die Farbe betrifft, die Form dagegen ist schon nicht mehr so constant rund, wie das auf den Gelatineplatten der Fall ist, sondern eine höchst unregelmässige und verschiedene: mehr oder weniger rund, oval, wetzsteinförmig, alle aber mit einem scharfen schwarzen Rand umgeben.

1) »Ueber die vermeintlichen Sporen der Typhusbacillen« von Dr. H. Buchner, Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde, 1888, Band IV, Nr. 12, 13, S. 353—385.

Stich- und Strichculturen auf Gelatine und Agar.

Gelatine-stichcultur.	Ein kräftiges Wachsthum längs des ganzen Stichcanals in Form weisser, kleiner Knöpfchen, wobei die Entwickelung im Innern der Gelatine eine gleichmässige ist. Auf der Oberfläche entsteht eine trockene, dünne zarte Haut von bläulichem Glanze, mit blattartig gezacktem Rande. Bei frisch herausgezüchteten Culturen, die sich noch im Besitze ihrer vollen Gärfähigkeit befinden, bilden sich nicht selten einzelne Gasblasen, obwohl der Nährboden keinen Zuckerzusatz erhalten hat.
Gelatine-strichcultur.	Ein besonders üppiges, sonst aber dem der Stichcultur ähnliches Oberflächenwachsthum findet man am Striche auf schräg erstarrter Gelatine, wobei nach einigen Tagen der bis jetzt durchsichtige Nährboden gewöhnlich milchig getrübt wird.
Agarstich- und Strich-culturen.	Zeichnen sich ebenso durch ihre Ueppigkeit aus, obwohl sie wenig charakteristisch sind; auf der Oberfläche bildet sich ein dicker, gelblicher compacter Belag, im Inneren der Agarculturen findet längs des ganzen Impfstiches eine reichliche Entwickelung statt.

Kartoffel- und Bouillonculturen.

Kartoffel.	Auf der Oberfläche der Kartoffel bildet sich ein mässiger, dunkelgelblicher, saftig glänzender, schmieriger Belag, der sich in einigen Tagen beinahe über die ganze Oberfläche der Kartoffel ausbreitet, ohne in die Tiefe einzudringen. Einzelne Stäbchen werden dicker und länger, wie das auch bei der zuckerhaltigen Bouillon der Fall ist.
Bouillon.	Beträchtliche Entwickelung und starke Trübung des Nährbodens, wobei eine mässige Gasbildung stattfindet.
Zucker-Bouillon.	Ein rasches und üppiges Wachsthum, besonders bei der Bruttemperatur, schon innerhalb einiger Stunden wird die Zuckerbouillon getrübt, stark schäumend, wobei sich auf dem Boden des Reagensglases ein weisslicher, aus den Bacterien bestehender Satz bildet.

Enthalten die zu den Sticheulturen benützten Gelatine- und Agarröhrchen Zucker, so findet man nicht nur ein reichlicheres Wachsthum, sondern auch zahlreiche Gasblasen, die sich in der Nähe des Stiches und meistens im oberen Theil der Cultur bilden; die Zuckeragarröhrchen sind gewöhnlich ganz mit Gasblasen aus-

gefüllt. Von dieser Eigenschaft unseres Bacteriums, Gas zu bilden, kann man sich noch besser überzeugen, wenn man Schüttelculturen in zuckerhaltiger Gelatine anlegt: in kurzer Zeit ist der ganze Nährboden im Reagensglas zerrissen und zum Theil in die Höhe gehoben.

Will man sich gleichzeitig über die Natur des gebildeten Gases orientiren, so bedient man sich des sog. Gärkölbchens, welches schon lange im Gebrauch in physiologisch-chemischen Laboratorien und besonders werthvoll zu der qualitativen und quantitativen Bestimmung des Zuckers im Harn ist.[1])

Nachdem man ein solches Gärkölbchen mit zuckerhaltiger Bouillon gefüllt, sterilisirt und mit der betreffenden Bacterienart inficirt hat, bemerkt man bald eine gleichmässige Trübung der Bouillon im ganzen Kölbchen, d. h. auch in dessen geschlossenem Schenkel, und nach kurzer Zeit sieht man auch einzelne aufsteigende Gasbläschen, die sich im geschlossenen Schenkel sammeln und ihn ganz ausfüllen. Füllt man nach der beendeten Gärung den offenen Schenkel des Kölbchens mit Kali- oder Natronlauge, schliesst die Oeffnung mit dem Finger und schüttelt tüchtig, so absorbirt die Lauge einen Theil des Gasgemisches: die Kohlensäure. Wenn man den übrig gebliebenen Gasrest wieder in die geschlossene Röhre zurückbefördert, ehe man den Finger von der Oeffnung nimmt, so findet man das Verhältnis — annähernd natürlich — der CO_2 zu der Gesammtgasmenge. Zahlreiche, auf diese Weise mit unserem Bacillus ausgeführte Versuche haben gezeigt, dass etwas mehr als die Hälfte des gebildeten Gases durch die Kalilauge absorbirt wird und demnach CO_2 ist.

Um dieses Gas in grösserem Maassstabe zu erhalten und seine Zusammensetzung quantitativ feststellen zu können, habe ich mich des einfachen Apparates bedient, den Dunbar[1]) zum ähnlichen

1) »Das Gärungskölbchen in der Bacteriologie« von T. Smith, Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde, 1890, Band VII, Nr. 16, S. 502.

2) »Untersuchungen über den Typhusbacillus und den Bacillus coli communis« von Dr. Wm. Dunbar, Zeitschrift für Hygiene und Infectionskrankheiten, 1892, Band XII, S. 485.

Zweck benützt hat. Er besteht aus einem Erlenmeyer'schen Kolben, welcher mit einem festschliessenden, zweimal durchbohrten Gummipfropfen versehen ist; durch die eine Oeffnung geht ein langes Glasrohr, welches bis zum Boden reicht und in seinem oberen Theil zu einer Kugel ausgeblasen ist, und die andere Oeffnung enthält ein kurzes Glashahnrohr, welches zum Ablassen des gebildeten Gases dient. Wird ein solcher Apparat, der in unserem Falle 600 ccm Flüssigkeit fasste, mit 1% Zuckerbouillonlösung gefüllt, dreimal sterilisirt — um ihn nicht nur keimfrei zu machen, sondern auch die eingeschlossene Luft auszutreiben —, mit einer frischen Cultur unseres Bacteriums durch die offene Röhre, von oben aus inficirt und warm stehen gelassen, so trübt sich bald der ganze Inhalt des Apparates, in kurzer Zeit beginnen einzelne Gasbläschen aufzusteigen, und nach Ablauf von 24 bis 36 Stunden erreicht die Gasbildung ihr Maximum.

Bei diesem Zuckergehalte des Nährbodens habe ich gewöhnlich 300 ccm Gas erhalten, was 50% des Gesammtvolums ausmacht.

Die Reinheit der Bouillonculturen ist jedes Mal durch Anfertigung mikroskopischer Präparate und Plattengiessen constatirt worden.

Zur eigentlichen Gasanalyse sind die Apparate von Walther Hempel[1]) benützt worden; ein beliebiges Gasvolum wird in die Gasbürette übergeführt und diese in bestimmter Reihenfolge mit den Gaspipetten verbunden, welche die geeigneten Gasabsorptionsmittel enthalten. Als solches habe ich benützt: für Kohlensäure 25%ige Kalilauge, für Sauerstoff Pyrogallusäure in alkalischer Lösung; Wasserstoff ist, mit Luft vermengt, in Gegenwart von Palladium zu Wasser verbrannt worden, das eventuell vorhandene Methan habe ich versucht, in der Drehschmidt's Platincapillare, auch mit Luft vermengt, zu CO_2 und H_2O zu verbrennen, den nicht absorbirbaren Gasrest endlich habe ich als Stickstoff angenommen.

---

1) »Lehrbuch der technischen Gasanalyse« von C. Winkler, II. Aufl., Freiberg, 1892.

Die auf diese Art und Weise vorgenommene Analyse der Gärungsgase hat folgende Zahlen ergeben:

I. In 1 % iger Zuckerbouillon:

%	1.	2.	3.
Kohlensäure	68,9	66,8	63,7
Wasserstoff	25,4	28,7	31,8
Stickstoff	5,7	4,5	4,5.

Kohlenwasserstoffe habe ich nie gefunden.

Diese drei nacheinander ausgeführten Analysen dreier Gasportionen, die aus demselben Gärkolben entnommen worden sind, zeigen keine volle Constanz in chemischer Zusammensetzung des durch unser Bacterium gebildeten Gases, sondern eine regelmässige Abnahme der Kohlensäure und entsprechende Zunahme des Wasserstoffs. Dieses Variiren der Kohlensäure- und Wasserstoffzahlen kann, wie ich mich überzeugt habe, noch weiter gehen, so dass Werthe von 50 % für jedes Gas gefunden werden. Meiner Ansicht nach liegt die Erklärung dieser auf den ersten Blick befremdenden Erscheinung darin, dass die obigen Gase in verschiedenen Verhältnissen vom Wasser des Gärkolbens absorbirt werden:

100 Vol. Wasser absorbiren bei 760 mm Druck und bei Temperatur von

	O	N	H	CO_2
0°	4,11	2,03	1,93	179,7,
10°	3,25	1,61	1,93	118,5,
20°	2,84	1,40	1,93	90,1

Vol. Gas, bei 0° und 760 mm gemessen.

Auch beim Auffangen der Gase über Wasser in einem in einer Wasserwanne stehenden Glascylinder werden CO_2-Verluste nicht zu vermeiden sein.

Ausser der zuckerhaltigen Bouillon habe ich noch Bierwürze, verdünnte Würze und zuckerfreie Bouillon vergären lassen, wobei sich folgende Zusammensetzung des gebildeten Gases ergeben hat:

%	IIa. Bierwürze	IIb. Verdünnte Würze (à Wasser)
CO_2	68,7	63,8
H_2	22,1	28,7
N_2	9,2	7,5.

Vergärt man aber mit diesem Bacterium zuckerfreie Bouillon, so erhält man auf 600 ccm Flüssigkeit nur 30 ccm Gas, was 5 % des Gesammtvolums ausmacht. Bei Abwesenheit von Zucker wird keine Kohlensäure gebildet, und das entstehende Gas besteht aus Wasserstoff und Stickstoff im folgenden Verhältniss:

III. Zuckerfreie Bouillon:

H_2 %	67,1,
N_2 %	32,9.

Die Thatsache, dass auch dann das Bacterium eine Gasbildung hervorrufen kann, wenn der Nährboden keinen besonderen Zuckerzusatz erhält, stimmt damit überein, dass in gewöhnlichen, also zuckerfreien, Gelatine- oder Agarröhrchen mit einer frischen Stichcultur des betreffenden Stäbchens sich einzelne Gasblasen bilden, was schon früher erwähnt worden ist.

Unser Sauerteigmikroorganismus ist nicht nur ein Gasbildner, sondern auch ein ausgesprochener Säurebildner.

Inficirt man zuckerfreie Bouillon mit diesem Stäbchen, so wird keine Säure gebildet, obwohl eine beträchtliche Entwickelung und Trübung des Nährbodens stattfindet; ist die Bouillon zuckerhaltig, so ist das Wachsthum, besonders bei der Bruttemperatur, ein sehr rasches und üppiges, wobei die Reaction der Bouillon aus der alkalischen oder neutralen eine deutlich saure geworden, was der Farbenumschlag der zugesetzten Lakmustinctur anzeigt. 10 ccm 1 %iger Zuckerbouillon, mit einer frisch aus Teig gezüchteten Cultur dieses Stäbchens inficirt, liefern soviel Säure, dass zu ihrem Neutralisiren 4 ccm $\frac{n}{10}$ Natronlauge erforderlich sind. Die Fähigkeit des Bacteriums, Säure zu bilden, nimmt bei längerem Züchten auf künstlichem zuckerfreiem Nährboden bedeutend ab und kann sogar von 4,0 auf 2,5 ccm $\frac{n}{10}$ NaOH herabgedrückt werden.

Um die Säurebildung etwas näher studiren zu können, und gleichzeitig eine neue von Beyerinck[1]) angegebene Methode auf

1) »Verfahren zum Nachweise der Säureabsonderung bei Microbien« von M. W. Beyerinck, Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde, 1891, Bd. IX, Nr. 24, S. 781.

ihren Werth zu prüfen, habe ich auf Platten, die mit der nach Beyerinck zubereiteten Zuckerhefewassergelatine und einer feinen Aufschlämmung von $CaCO_3$ resp. $ZnCO_3$ in Wasser beschickt werden, Strichculturen von unserem Bacterium angelegt. Säureproduction (Essigsäure, Milchsäure) der Bacterien lässt sich dann wunderschön erkennen aus der Aufhellung der trüben Gelatine in der Umgebung der Bacteriencolonien.

In unseren Versuchen trat auf dem Zink-, wie auf dem Kreideboden das Entstehen eines breiten hellen Hofes sehr rasch und schön auf.

Vergleichsweise wurden gleichzeitig auf dieselben Platten Fliesspapierstückchen gebracht, die mit Essig- resp. Milchsäure getränkt wurden; beide Säuren waren verdünnt und nahezu gleich stark: $^1/_2$ ccm der Essigsäure brauchte 4,4 ccm n-NoaH, während $^1/_2$ ccm der Milchsäure 4,6 ccm n-NoaH zur Neutralisirung brauchte.

Die Grösse der Diffusionsfelder, die sich einerseits um die Stichculturen unseres Bacteriums und andererseits um ein dünnes, mit betreffender Säure getränktes Fliesspapierstreifchen gebildet haben, ist in folgender Tabelle zusammenzustellen:

	$CaCO_3$-Platte	$ZnCO_3$-Platte	
Ein Diffusionsfeld von:			
Unser Stäbchen	5 mm	3—4 mm	Breite
Essigsäure	10 »	15 »	»
Milchsäure	40 »	25 »	»

Es muss noch hinzugefügt werden, dass das Bacterium auf diesem Nährboden sehr üppig auswuchs und dass sich auf der Zinkplatte längs des ganzen Striches zahlreiche Gasbläschen bildeten, die beim Berühren platzten.

Behufs einer genaueren qualitativen Analyse der gebildeten Säuren habe ich versucht, sie durch Destillation zu trennen und nachher durch chemische Reactionen näher zu charakterisiren. Gewöhnlich wurden 250 ccm 1%iger Zuckerbouillonlösung mit einer frischen Cultur unseres Stäbchens inficirt und im Brutschrank vergähren lassen; nachdem die Säurebildung ihr Maximum erreicht hatte, was schon in 2 Tagen der Fall ist, begann die

Destillation und zwar zuerst für sich und nachher im Wasserdampfstrom. Stets überzeugte ich mich in üblicher Weise von der Reinheit der Culturen. Eine derartige Destillation, wobei 100° C. nicht überschritten wird, während der Siedepunkt der Essigsäure bei 118,1° liegt, dauert ungewöhnlich lange; die Essigsäure geht nur in sehr kleinen Mengen über, und selbst nach 4—5 Destillationen kann man oft noch säurehaltiges Destillat erhalten, wie z. B. die folgenden Zahlen beweisen: Nachdem von den ursprünglich vergorenen 250 ccm Zuckerbouillon 210 ccm bei 100°C. abdestillirt worden waren, wurde der Rest mit Wasserdampf weiter destillirt und obwohl die Acidität der aufeinander folgenden Destillationsproben bedeutend abnahm, hat man doch nicht ganz säurefreies Destillat erhalten.[1])

allein abdest.	I.	210	ccm,	20	ccm	davon	werden	mit	0,8	ccm	$\frac{n}{10}$ NaOH	neutralisirt
Mit Wasserdampf destillirt	II.	170	»	20	»	»	»	»	1,4	»	»	
	III.	180	»	20	»	»	»	»	0,5	»	»	
	IV.	210	»	20	»	»	»	»	0,3	»	»	
	V.	170	»	20	»	»	»	»	0,3	»	»	
	VI.	170	»	20	»	»	»	»	0,3	»	»	
	VII.	220	»	20	»	»	»	»	0,2	»	»	

Im Ganzen 1330 ccm, deren Säuregehalt 35,2 ccm $\frac{n}{10}$ NaOH entspricht. Das Destillat wurde mit kohlensaurem Natron neutralisirt und gab eingeengt alle wichtigeren Reactionen der Essigsäure. Der Destillations-Rückstand wurde mit Aether ausgeschüttelt und mit $\frac{1}{10}$ normaler Natronlauge titrirt, wozu 5,6 ccm verbraucht wurden. Die ätherlösliche Säure ist Milchsäure. Die aus ¼ Liter Zuckerbouillon gebildete Essigsäure wurde also durch 35,2 ccm $\frac{n}{10}$ NaOH oder 3,52 ccm normaler Natronlauge gesättigt, was 0,21 g Essigsäure pro ¼ Liter Zuckerlösung entspricht, pro 1000 ccm dieser Gärflüssigkeit werden also 0,84 g $C_2H_4O_2$ gebildet. Eine ähnliche Rechnung ergibt für die Milchsäure pro Liter Gärflüssigkeit 0,20 g $C_3H_6O_3$, und das Verhältnis beider Säuren zu einander ist also etwa 4 : 1.

1) Vergl. K. B. Lehmann. Qualitative und quantitative Studien über den Säuregehalt des Brotes. Dieses Archiv, Bd. XIX.

Um die Destillation nicht nur zu beschleunigen, sondern auch die Trennung der Säuren vollständiger ausführen zu können, habe ich die vergorene Zuckerbouillon statt bei 100°, in einem Paraffinbad bis 125° abdestillirt und, nachdem die gesammte Essigsäure übergegangen war, den Rückstand auf Milchsäure und zwar in gleicher Weise, wie vorher, untersucht. Da sich aber die zuckerhaltige Bouillon gewöhnlich am Ende der Destillation sehr stark aufbläht und sogar in die Vorlage überzusteigen droht, ersetzte ich sie bei weiteren Versuchen durch einen Mineralnährboden von folgender Zusammensetzung:

Wasser	100,0
Traubenzucker	10,0
Kaliphosphat	0,1
Amm.-Phosp.	1,0
Magn.-Sulfat	0,02

Ausserdem fügte ich um die Säuren bei ihrer Entstehung an eine Base zu binden, pro 250 ccm der Gärflüssigkeit 1 g $CaCO_3$, filtrirte nach der Gährung den Ueberschuss des ungelösten Salzes ab, versetzte mit Schwefelsäure und destillirte in einem Fraktionirkolben. Alle diesbezüglichen Versuche haben mit grösster Sicherheit die Bildung der Essig- und Milchsäure erwiesen; andere Säuren, wie etwa Ameisen- oder Buttersäure konnten nicht nachgewiesen werden.

Es blieb noch zu untersuchen, ob unser Bacterium die Eigenschaft besässe, nicht nur aus den Kohlehydraten, sondern auch aus dem Alkohol Essigsäure bilden zu können? Zu diesem Zweck wurde das Bacterium in einer Bouillon und Hefewasser, welche 5% C_2H_5OH enthielten, verschieden lange gezüchtet und obwohl jedes Mal eine schwache Entwickelung stattfand, konnte die Oxydation des Alkohols zu Essigsäure nie constatirt werden. Die Titrirung ergab keine Säurebildung.

Nachdem die wichtigeren Eigenschaften dieses Mikroorganismus kurz besprochen worden sind, wollen wir in einer übersichtlichen Tabelle diesen Bacillus dem »Panificans« von Laurent, dem Popoff'schen Bacterium und schliesslich dem C von Peters gegenüberstellen:

	Unser Bacterium	»Panificans« von Laurent	Bacterium von Popoff	Bacterium C von Peters
Aussehen	Kurze Stäbchen mit abgerundeten Enden von 1,8 μ Länge und 0,6 μ Breite.	Kurzes, in seiner Länge etwas variirendes Stäbchen.	Kurzes, ovales, meist paarweise zusammenhängendes Stäbchen.	Stäbchen an einem Ende abgestumpft, am anderen zugespitzt, also eiförmig; 1,6 μ lang und 0,8 μ breit.
Auf der Platte	Runde, scharfbegrenzte, fein granulirte, auf der Oberfläche sich ausbreitende Colonieen von hellgelber Farbe.	Runde, scharfbegrenzte Colonien von hellgelber Farbe.	Bildet an der Oberfläche der Gelatine zarte, weisse Auflagerungen.	Kreisrunde, homogene, im durchfallenden Lichte von brauner Farbe, Colonien, die sich an der Oberfläche ausbreiten.
In der Stichcultur	Wächst ebenso üppig längs des ganzen Stichcanals, wie auf der Oberfläche des Nährbodens.	Wächst dem ganzen Stiche entlang; auf der Oberflache bildet er einen Belag.		Wächst nur an der Oberfläche.
Verhalten zu Gelatine	Nicht verflüssigend.	Nicht verflüssigend.	Nicht verflüssigend.	Nicht verflüssigend.
Beweglichkeit	Mässig beweglich.	Sehr beweglich.	Unbeweglich.	Unbeweglich.
Sporenbildung	Keine Sporen.	Bildet Sporen; dieselben werden erst bei 10 Minuten langem Erhitzen auf 100° abgetödtet.	Keine Sporen.	Keine Sporen.
Luftbedürfnis	Facultativ anaërob.	Facultativ anaërob.	Facultativ anaërob.	
Temperaturverhältnisse	Bei 60° C. wird unser Bacterium in 10 Minuten abgetödtet.	Das Stäbchen ist im Stande, die Backtemperatur zu überleben und lässt sich im fertigen Brot finden.	Bei 80° C. wird dieses Bacterium in 10 Minuten abgetödtet.	
Gas- und Säurebildung	Kohlensäure, Wasserstoff, Stickstoff, Essig- und Milchsäure.	Kohlensäure, Essig-, Milch- und Buttersäure.	Liefert Milch- und wahrscheinlich auch andere Säuren und Gase, welche von Popoff nicht analysirt wurden.	Essigsäure. Keine Gase.

Aus dieser Tabelle folgt, dass unser Bacillus mit keinem der drei von Laurent, Popoff und Peters beschriebenen ganz übereinstimmt — am ehesten mit dem von Popoff.

Es muss an dieser Stelle erwähnt werden, dass nach der Ansicht von Laurent sein Bacillus panificans auch im Stuhl zu finden ist, ja er hält ihn für identisch mit einem von Bienstock aus den Faeces herausgezüchteten Bacterium (No. 3). Diese Annahme passt schon deshalb nicht auf unser Bacterium, weil letzteres keine Sporen trägt. Dagegen drängte sich mir allmälig die Ueberzeugung auf, dass mein Organismus die grösste Aehnlichkeit mit Bacillus coli communis habe. Jeder, der sich etwas mehr mit der Bacteriologie beschäftigt, wird aus meiner Beschreibung sofort eine auffallende Aehnlichkeit beider Mikroorganismen entnommen haben. Zur weiteren kritischen Vergleichung beschränkte ich mich nicht auf die mehr oder weniger richtigen und vollstängen Angaben, welche über das Bacterium Coli commune in der Litteratur bekannt sind, sondern verglich dasselbe mit einem aus der Hand von Dr. Kral in Prag stammenden seit 1886 in Reincultur fortgezüchteten Bacillus coli communis, sowie mit selbst aus Faeces isolirten Coliculturen, worüber folgende Tabelle Aufschluss gibt.

	Unser Teig-Mikroorganismus	Bacillus coli communis
Morphologisches Verhalten; Wachsthum auf beiden festen Nährböden, in Platten, Stich- und Strichculturen, in Bouillon und auf Kartoffeln; Sporenbildung, Verhalten zu Farbstoffen, Luftbedürfniss.	Keine Unterschiede	
Widerstandsfähigkeit gegen Hitze.	Nach meinen Versuchen werden beide durch 10 Minuten langes Erwärmen auf 60° C. getödtet. Dieselbe Temperatur innerhalb 5 Minuten wird noch ertragen [1]).	

1) Auch nach Dunbar (Zeitschrift für Hygiene und Infectionskrankheiten, 1892, Bd. XII, S. 489) wird der Bacillus Coli communis durch 10 Minuten langes Erwärmen auf 60° C. getödtet. Nach Chantemesse et Widal dagegen (La semaine méd., 1891, Nr. 55, p. 451) wird er erst durch die Einwirkung einer Temperatur von 80° C. nach einigen Secunden abgetödtet.

	Unser Teig-Mikroorganismus	Bacillus coli communis
Gasbildung.	In 1% Traubenzuckerbouillon bilden beide Arten Gase, die nach meinen eigenen Versuchen folgende Zusammensetzung haben: Mittel aus den 3 vorher angeführten Analysen: CO_2 66,5% H_2 28,6 » N_2 4,9 »	CO_2 22,3% H_2 75,6 » N_2 2,1 »
Es wird vergoren.	Dextrose und Maltose, Lactose nicht.	Dextrose, Maltose und Lactose.
Sterile Milch.	Nicht coagulirt.	Innerhalb 2—3 Tagen coagulirt.
Nitrosoindolreaction (KNO_2 und H_2SO_4.)	Negativ.	Positiv.
Indolreaction mit KOH und Nitroprussidnatrium nach Legal.	Negativ.	Positiv.
Steriles Mehl.	Wie wir weiter unten sehen werden, sind beide Arten im Stande, steriles, mit sterilem Wasser versetztes Mehl zum Aufgehen zu bringen, wobei die gebildeten Gase sich durch ihre procentische Zusammensetzung, wie oben, unterscheiden.	

Da nach dieser Zusammenstellung auch gegenüber Coli communis gewisse Differenzen bestehen, so haben wir unseren Teigbacillus einstweilen, um nichts zu präjudiziren, mit dem Namen »Bacillus levans« (Lehmann und Wolffin) bezeichnet (levare = heben, aufgehen machen).

Es ist nun zu discutiren[1]), ob nach dem gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse die angeführten Merkmale zwingen, Coli und Levans als wirklich verschiedene »Arten« anzusehen. Ich glaube, dass man darüber streiten kann. Will man jede Bacterienform, die sich in irgend einer biologischen Eigenschaft von einer anderen unterscheidet, als verschiedene Species ansehen, solange als es nicht gelungen ist, diese Species vollkommen in eine andere

1) Ich folge bei den nachstehenden Betrachtungen in den Grundgedanken einem Vortrage, den Herr Professor K. B. Lehmann am 3. Februar 1894 in der physikalisch-medicinischen Gesellschaft zu Würzburg über meine Untersuchungen gehalten hat.

überzuführen, so kann dagegen nichts eingewendet werden. Es war dieser Standpunkt im Beginn der bacteriologischen Wissenschaft der einzig mögliche und ist auch heute noch einem unkritischen Ignoriren von Verschiedenheiten und einem bequemen Zusammenwerfen von ähnlichen, aber nicht identischen Arten vorzuziehen.

Erspriesslicher scheint uns aber eine Betrachtung, die bei aller Anerkennung gewisser Verschiedenheiten die grosse Verwandtschaft zweier Formen unter einander hervorhebt. Nach dieser Auffassung kommen wir in variablen Gruppen organischer Formen zur Aufstellung weiterer Artbegriffe, unter die sich zahlreiche, einander nahestehende, zum Theil in einander übergehende Unterarten, Formen oder Varietäten einbeziehen lassen. Nur bei einer derartigen Betrachtung kann eine übersichtliche Darstellung formenreicher variabler Gruppen geliefert werden. Diese bei den Phanerogamen (Rosa, Hieracium etc.) allseits anerkannte Auffassung ist gewiss auch für die Cryptogamen, speciell für die Bacterien erspriesslich. Fassen wir unter dem Namen Bacillus Coli alle farblosen, resp. gelblichen, die Gelatine nicht verflüssigenden, nach der Gram'schen Methode entfärbten, sporenfreien, nicht zu langen Fäden auswachsenden Kurzstäbchen zusammen, denen die Fähigkeit zukommt, unter Bildung von Wasserstoff und Kohlensäure, Essigsäure, Milchsäure Traubenzucker zu vergären, so haben wir damit eine weitgefasste Artcharacterisirung erhalten, die sich durch Berücksichtigung der Eigenbewegung, des Aussehens der Plattencultur, der Kartoffelcultur noch weiter vervollständigen lässt. In dieses Schema passen alle in neuerer Zeit als Coli beschriebene Arten, ausserdem u. a. der von Gärtner aus einem Meerschweinchen herausgezüchtete »neue« Bacillus[1]).

Gehen wir aber auf eine Anzahl anderer biologischer Eigenschaften ein, so stellt sich heraus, dass

1. die Indolbildung,
2. die Vergärung von Maltose und Lactose,

1) »Ein neuer gasbildender Bacillus«, Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde, 1894, Bd. XV., Nr. 1, S. 1.

3. die Milchcoagulation,
4. die procentische Zusammensetzung der Gase,
5. die Pathogenität

bei den einzelnen, unter die Species Bacillus Coli sensu latiori fallenden Arten bedeutend schwankt.[1])

1. Kitasato[2]) fand, dass alle typhusartig auf Gelatine wachsenden Bacillen, d. h. die Coligruppe, ausnahmslos Indol bilde.

Dunbar's (ebenda S. 491) sorgfältiger Darstellung zufolge ist von ihm bei seinem typischen Coli keine Indolreaction beobachtet. In neuester Zeit haben Germano und Maurea[3]) etwa 30 nahestehende Subspecies des Coli isolirt, unter denen sowohl Indol bildende, als kein Indol liefernde Arten sind. Wie oben erwähnt, bildet Bacillus Levans (wenigstens in den Culturen, die ich prüfte) kein Indol, dagegen unser aus Prag stammender Coli ausgezeichnet. Ein selbst isolirter Coli aus einem verdächtigen Cholerastuhl gab die Reaction ebenfalls — nicht dagegen ein dem Coli sehr nahe stehender Organismus aus dem Grundwasser in der Umgebung von Schweinfurt.

2. Von den Autoren ist meist nur das Gärungsvermögen gegenüber Dextrose untersucht; nach unserer Tabelle vergärt Bacillus Levans im Gegensatz zu unserem Coli keinen Milchzucker — doch dürfte auf ein derartiges Merkmal keine durchgreifende Differentialdiagnose begründet werden. Der Schweinfurter Bacillus vergor Dextrose und Lactose, aber keine Maltose. Die Rohrzuckervergärung habe ich bisher nicht untersucht; nach Germano und Maurea (ebenda) gibt es Colivarietäten, die Rohrzucker vergären, und andere, die dies nicht thun.

3. Einen wichtigen Unterschied zwischen Levans und Coli könnte man darin erblicken, dass ersterer die Milch nicht coagulirt, währenddem dies der letztere thut. Dieser Unterschied

---

1) Es läge sehr nahe, auch die Beziehungen des Bacillus typhi abdominalis zu der Coligruppe hier zu discutieren, doch würde dies zu weit führen.

2) Zeitschrift für Hygiene VII.

3) »Vergleichende Untersuchungen über den Typhusbacillus und ähnliche Bacterien«, Ziegler's Beiträge zur pathol. Anat. und allgem. Pathologie, Bd. XII, Heft 3, p. 494.

scheint um so bedeutungsvoller, als die Differentialdiagnose von Typhus und Coli vielfach mit darauf zu begründen gesucht ist, dass Coli die Milch coagulirt, der Typhus nicht. Da aber selbst der Bacillus Acidi lactici bei längerem Cultiviren auf künstlichen Nährböden seine Fähigkeit, Milch zu coaguliren, einbüsst, da ferner Germano und Maurea auch Colivarietäten aus dem Darm isolirten, welche die Milch nicht coaguliren — eine Angabe, die ich selbst bestätigen konnte[1]) — da endlich Versuchen des Herrn Unkelhäuser in unserem Institut eine Einschränkung der Gärfähigkeit des Bacillus coli gelungen ist.

4. Es bleibt noch zu besprechen, ob man in der Verschiedenheit der procentischen Zusammensetzung der Gase bei Coli und Levans einen zwingenden Grund finden kann, die beiden Arten auseinander zu halten. Ich möchte auch dies bezweifeln. Obwohl bei allen meinen Versuchen das Verhältniss der Kohlensäure zum Wasserstoff constant ist, etwa bei

Levans $^1/_4$ H_2 $^3/_4$ CO_2,
Coli $^3/_4$ H_2 $^1/_4$ CO_2,

so lässt sich doch in der Literatur eine Angabe finden, nach welcher die vom Coli communis gebildeten Gase aus nahezu gleichen Theilen von Kohlensäure und Wasserstoff bestehen.[2]) Dunbar (l. c.) gibt an, dass die procentische Zusammensetzung der Gase für Coli wechsle — ich habe das gleiche oben für Levans gezeigt; auch Gärtner (l. c.) hat für seinen neuen Bacillus sehr wechselnde Procentsätze von H_2 und CO_2 gefunden. Bei dieser Sachlage ist durchaus die Möglichkeit zu betonen, dass verschiedene Racen oder Varietäten der Coligruppe CO_2 und H_2 in jedem beliebigen Verhältnisse liefern.

5. Coli kommt in allen Abstufungen der Pathogenität vor: sein Entdecker beschrieb ihn als nicht pathogen, seitdem hat man ihn bei den verschiedensten Krankheiten der Menschen als

1) Dieser morphologisch mit dem Coli durchaus identische Organismus lieferte auf zuckerhaltigem Nährboden ein Gasgemisch mit 13,7% CO_2, 77,5% H_2 und 8,5% N_2, also dementsprechend, was für Coli angegeben wird.

2) Chantemesse et Widal, »Différenciation du bacille typhique et du bactérium Coli commune«, Le Bulletin méd., 1891, Nr. 82, pag. 935.

Erreger gefunden. Levans wurde von mir in dieser Richtung nur wenig untersucht; er scheint eine sehr geringe Pathogenität für Kaninchen zu besitzen — der Coli aus Prag verhielt sich ganz ebenso.

Durch diese Reflexionen ist wohl bewiesen, dass Levans zur Coligruppe gehört und von gewissen Formen, die bisher als Coli aus dem Darm beschrieben wurden, wohl kaum unterscheidbar ist. Durch diesen Nachweis verliert der Bacillus Coli die Bedeutung eines spezifischen Kothorganismus; es geht nicht mehr an. z. B. seinen Nachweis im Wasser für einen sicheren Beweis der Verunreinigung dieses Wassers mit Fäcalien zu erklären.

c) Die übrige Spaltpilzflora des Sauerteigs.

Wie schon oben erwähnt, kommen neben den absolut constanten Bewohnern des Sauerteigs: Saccharomyces minor und dem eben beschriebenen Bacillus der Coligruppe noch einige andere Arten vor, die in vielen Stücken mit den Beschreibungen, die Peters von seinen Arten B, D, E gegeben hat, übereinstimmen.

Eine ausführlichere Beschreibung dieser Arten, die meiner Ansicht nach in der Regel wenigstens in Würzburg für den Chemismus der Brotgärung ziemlich unwichtig sind, halte ich für zwecklos; immerhin möchte ich an dieser Stelle nur Einiges anführen, was als Ergänzung der Peters'schen Beschreibung anzusehen ist.

Das Bacterium, welches mit dem unter B von Peters beschriebenen Stäbchen in vielen Richtungen gewisse Aehnlichkeit besitzt, ist ein ziemlich langes, gleich dickes Stäbchen von 3,6 μ Länge und 0,9 μ Breite; einzelne Individuen dieser Art treten meistens allein oder seltener zu zweien auf und zeigen eine lebhafte Bewegung. Die Gelatineplatten-Culturen sind in jeder Beziehung denen von Levans täuschend ähnlich und auf den ersten Blick kaum zu unterscheiden; erst beim näheren Betrachten findet man, dass die Colonien des Stäbchens in ihrer Mitte dunkler gefärbt, fast undurchsichtig sind, nur die äussere Randzone bleibt hellgelb. Beim theilweisen Abblenden findet man einen Unterschied auch darin, dass die Granulirung eine viel stärkere ist

und beinahe einem Netz ähnlich wird. Endlich breiten sich diejenigen Colonien, welche auf die Oberfläche gelangen, viel mehr aus, als die des vorigen Stäbchens und bilden nach und nach ziemlich ausgedehnte, netzartige mit einer Zickzacklinie scharf begrenzte Schleier. Dieses Bacterium, welches beweglich, ausgesprochen aërob ist und keine Sporen bildet, scheint bei der Zimmertemperatur besser gedeihen zu können als wie im Brutschrank; in der Stichcultur wächst diese Form innerhalb der Gelatine fast gar nicht, und das ganze Wachstum beschränkt sich nur auf die Oberfläche, wo eine dicke, breite, weisslichgelbe Auflagerung gebildet wird. Auf der Kartoffel entsteht ein ziemlich mässiger glänzender, intensiv gelber bis orangegelber Belag; die Stäbchen werden dicker und wachsen in lange, wirre Fäden aus, welche deutlich aus einzelnen Stäbchen zusammengesetzt sind. Auf Agar zeigt das Wachsthum nichts Charakteristisches. Zuckerhaltige flüssige Nährböden, wie Bouillon oder Hefewasser, werden stark getrübt und nach 48 Stunden wird in 10 ccm Lösung eine Säuremenge gebildet, die 2 ccm $\frac{n}{10}$ NaOH entspricht. Auf Platten, die nach der Beyerink'schen Methode unter Verwendung von Zuckergelatine hergestellt sind, entstanden grosse, ellipsenförmige Diffusionsfelder und zwar:

auf der $CaCO_3$ $ZnCO_3$-Platte
von 30—40 mm, von 10—35 mm Breite,

während ein mit Milchsäure getränktes Fliesspapierstreifchen Diffusionsfelder von ähnlicher Breite bildete:

auf der Kreideplatte von 40 mm,
» » Zinkplatte » 35 » Breite.

Der qualitative Nachweis der gebildeten Säure wurde in gleicher Weise ausgeführt, wie beim vorher beschriebenen Hauptbacterium des Sauerteiges: 250 ccm 1 %iger Zuckerbouillon, Mineralnährboden oder Zuckerhefewasser wurde mit einer frischen Cultur dieses Stäbchen inficirt und vergären lassen. Beim Destilliren bis 120—125° geht keine Säure über, erst der Rückstand gibt an Aether ein Quantum Säure ab, die sich als Milchsäure herausstellte. Im Gegensatz zu Peters, welcher bei diesem

Bacterium eine geringe Gasentwickelung erhalten haben will, ist es mir nicht gelungen, auf irgend einem Nährboden, weder zuckerhaltigem noch zuckerfreiem, diese Eigenschaft constatiren zu können. Ebenso ist es mir unmöglich gewesen, zu finden, dass dieses Stäbchen im Stande ist, Stärke zu lösen.

Bei der Wiederholung des Peters'schen Versuchs, der mir in verschiedener Richtung nicht einwandfrei erscheint, konnte ich sogar keine Corrosionen an einzelnen Stärkekörnern beobachten. Ein anderer Versuch, den ich für rationeller und richtiger halte, ist auch negativ ausgefallen. Ein Kölbchen, welches neutrales Hefewasser und vorher trocken sterilisirte Weizenstärke enthielt, wurde mit diesem Stäbchen inficirt und zu verschiedenen Zeiten auf gelöste Stärke untersucht, keine Probe aber, weder bei der Brut-, noch bei der Zimmertemperatur, ergab ein positives Resultat.

Es bleibt uns noch übrig, die beiden anderen von Peters unter D und E beschriebenen Mikroorganismen mit einigen Worten zu erwähnen und damit die Reihe der Sauerteigbacterien abzuschliessen.

Das Bacterium, welches in vielen Richtungen nur eine Aehnlichkeit, aber keine Identität mit dem Peters'schen Bacillus D zeigt, ist ein streng aërobes, mässig bewegliches, an den Enden oval abgerundetes, dickes, ziemlich kurzes Stäbchen von 1,8 μ Länge und 1,2 μ Breite. Es ist selten einzeln zu sehen, gewöhnlich zu zwei und mehr, wächst auch fadenartig aus und dann scheint es bei schwacher Vergrösserung streptococcenähnlich. Auf Gelatine und Kartoffeln gedeiht dieses Bacterium gar nicht, auf Agar dagegen in der Stichcultur wächst es sehr üppig nur an der Oberfläche in Form einer dicken, gelblichweissen Auflagerung, sonst wenig charakteristisch. Auf der Platte sind seine Colonien entweder dunkelschwarz, wetzsteinförmig und scharf begrenzt oder mit einem röthlich-braunen Netz umgeben; enthält die Platte zu viel Colonien, dann bedeckt sie sich mit einem undurchsichtigen bräunlichen Ueberzug. Besonders gut und üppig kann sich dieses Stäbchen in der Bierwürze entwickeln, wobei ein sehr dickes, reichliches Häutchen entsteht; die Präparate zeigen zahlreiche, ganz runde Sporen von 1,8 μ im Durchmesser. Auf

diesem Nährboden werden auch einzelne Stäbchen dicker und können bei der gewöhnlichen Breite 2,7 μ Länge erreichen. Ebenso wenig, wie bei dem vorher beschriebenen Bacterium, konnte ich auch hier eine positive Reaction in Bezug auf die Eigenschaft dieses Bacillus, Stärke zu lösen, constatiren. —

Der letzte, ebenso unregelmässig und selten im Sauerteig vorkommende Mikroorganismus wie die beiden vorher beschriebenen, zeigt eine gewisse Aehnlichkeit mit dem von Peters unter E angegebenen Bacillus. Die Stäbchen, die in ihrer Grösse etwas variiren und fast immer einzeln auftreten, sind, besonders in frischen Culturen, ziemlich lang und erreichen durchschnittlich 2,7 μ Länge und 0,9 μ Breite; diese Art ist aërob, mässig beweglich und verflüssigt sehr rasch die Gelatine. Eine Gelatinestichcultur, ohne vorher etwas Charakteristisches zu zeigen, beginnt bald auf ihrer ganzen Oberfläche zu verflüssigen, obwohl das Wachsthum nicht besonders üppig zu sein scheint. Auf einer Gelatineplatte tritt die Verflüssigung des Nährbodens ebenso rasch ein, ehe die kleinen Colonien in Form runder, weisslicher Pünktchen sich etwas mehr entwickelt und ausgebreitet haben. Auf Agar in einer Stichkultur findet das Wachsthum nur an der Oberfläche statt und zwar als ein dünner, feiner, durchsichtiger, etwas glänzender Belag. Auf einer Agarplatte genügt die Anwesenheit einiger Keime, um die ganze Oberfläche mit einem dichten Ueberzug zu bedecken. Auf Kartoffeln ist das Wachsthum ziemlich charakteristisch: die ganze Scheibe wird bald chocoladebraun gefärbt und bedeckt sich mit einem dicken Netz von wirr gewundenen Fäden. Ebenso in Würze wie im neutralen Hefewasser gedeiht dieser Bacillus besonders üppig und bildet auf der Oberfläche ein dickes Häutchen, welches, neben vielen Stäbchen, auch zahlreiche Sporen enthält. Auch hier sind die Stäbchen grösser: 3,6 μ lang und 1,3 μ breit, die Sporen zeigen eine eiförmige, ovale Form von 1,8 μ Länge und 1,3 μ Breite, sind ungewöhnlich stark lichtbrechend und sehr resistent gegen die Farbstoffaufnahme. Der beste Nährboden für diesen Bacillus scheint aber gekochtes Hühnereiweiss zu sein; es wird ganz weich, glänzend gelblich, beinahe zerfallend; die Bacterienentwickelung

ist eine enorme und alle Stäbchen wachsen in die Länge aus. Auch auf Eigelb bildet diese Art einen starken, dunkelgelben Belag, d. h. die ganze Eigelbscheibe wird breiig, feucht und zerfallend. Eine peptonisirende Wirkung konnte ebenso wenig nachgewiesen werden, wie die Ueberführung der Stärke in lösliche Form.

3. Versuche über Mehlgärung.

Nachdem wir die Flora des Sauerteiges kennen gelernt haben und zur Ansicht gekommen sind, dass im Sauerteig neben einer Hefeart nur ein einziger, constant auftretender Mikroorganismus und zwar aus der Gruppe des Bacillus Coli communis zu finden sei, tritt jetzt an uns die Frage heran, woher stammt dieser Teigorganismus und welche Rolle spielt er bei der Brodgärung?

Die am nächsten liegende Vermuthung wäre, dass dieses Bacterium sich schon im Mehl vorfinde und von da aus in den Teig übergehe. Diese Annahme trifft in der That zu, wovon man sich bei der bacteriologischen Mehl- resp. Kleieuntersuchung überzeugen kann. Neben vielen anderen Arten, die sich im Mehl finden lassen und die hier näher zu beschreiben nicht meine Aufgabe ist, ist anch unser Bacterium, dem wir in jedem Sauerteig begegnet haben, anzutreffen. Es ist allerdings nicht ganz leicht, durch directes Plattengiessen vom Mehl oder Kleie dieses Bacterium zu isoliren, obwohl es im Schrotmehl resp. Kleie viel zahlreicher vertreten ist. Man muss eine grössere Zahl von Mehlplatten giessen, damit man endlich einige, isolirt liegende Colonien von diesem Bacterium findet. In Bezug auf alle anderen Arten, die auf den Mehlplatten ziemlich constant, üppig und sogar zum Nachtheile von unserem Hauptbacterium, welches dadurch überwuchert zu sein scheint, auswachsen, möchte ich an dieser Stelle nur so viel anführen, das es unter ihnen keine einzige gasbildende Art gibt, dass dagegen einige säurebildend sind.[1])

Die Schwierigkeit der Isolirung von Bacillus levans aus dem Mehl wird aber sofort beseitigt, wenn wir uns hier des

1) Ueber die Bacterien des Mehles werden z. Z. im hygienischen Institut Würzburg weitere Studien ausgeführt.

gleichen Hilfsmittels bedienen, das uns im Sauerteig so gute Dienste leistete, um die alles andere überwuchernde Hefe los zu werden. Es genügt, nur etwas Mehl in Zuckerbouillon zu bringen und letztere eine kurze Zeit im Brutschrank stehen zu lassen, damit bald eine starke Trübung und Gärung eintritt; ein daraus angefertigtes Präparat zeigt neben unserem massenhaft entwickelten kurzen Stäbchen, auch verschiedene andere lange und dicke Bacterien, die sich aber sehr in der Minorität befinden und aus denen durch Plattenculturen der Bacillus levans leicht zu gewinnen ist.

Bringt man etwas Mehl in ein mit Zuckerbouillon beschicktes Gärkölbchen, so findet bald eine beträchtliche Bildung von Gas statt, dessen Zusammensetzung ganz identisch ist mit derjenigen, die ich früher bei meinen Versuchen mit einer Reincultur von levans erhalten habe.

Es muss hier besonders erwähnt werden, dass bei diesen Gärversuchen mit Mehl und Kleie die Gegenwart und eventuelle Mitwirkung irgend einer Hefeart niemals beobachtet wurde, ja es ist mir sogar nicht möglich gewesen, eine einzige der bekannten gärfähigen Sprosspilzarten in Mehl oder Kleie nachzuweisen.

Eine andere Art und Weise, unser Bacterium leicht und rasch aus dem Mehl zu isoliren, besteht darin, dass man gewöhnliches Mehl in richtigem, in der Praxis üblichem Verhältnis mit Wasser versetzt (die hiesigen Bäcker nehmen auf 75 Pfd. Mehl 20—25 l Wasser) und stehen lässt. 100—150 g gewöhnliches Mehl, unsterilisirt mit gleich viel sterilem Wasser in sterilem Glas vermischt, gehen im Brutschrank (37 ° C) schon in einer Nacht sehr heftig auf; bei der Zimmertemperatur (22 ° C) erfolgt ähnliches, gleich starkes Aufgehen erst zwischen 24—36 Stunden. Der auf diese Weise erhaltene »Mehlteig« ist vom eigentlichen »Sauerteig« äusserlich gar nicht zu unterscheiden; bacteriologische Untersuchung constatirt nahezu eine Reincultur von Bacillus levans und vollständige Abwesenheit der Hefezellen.

Es ist dies der erste exacte Nachweis, dass man nicht Hefe nöthig hat, um einen Gärprocess in Mehl einzuleiten und dass man ebenso gut das Mehl zum Aufgehen bringen kann mit

alleiniger Hilfe des im Mehl und Sauerteig vorkommenden Spaltpilzes. Um die chemische Zusammensetzung der Gase, die das Mehl »getrieben« haben, kennen zu lernen, wurden jedesmal 150 g Mehl in der oben erwähnten Weise vergären lassen; der grosse Erlenmeyer'sche Gärkolben wurde mittels eines Glasrohres mit einem, mit Wasser gefüllten und in einer Wasserwanne umgekehrt aufgestellten Glascylinder verbunden. Sobald der Teig anfing zu steigen, gingen auch die ersten Gasblasen in den Cylinder über; die ersten Gasportionen waren gewöhnlich sehr stark mit Luft vermischt und erst spätere Gasportionen wurden nach der Hempel'schen, früher kurz beschriebenen Methode untersucht. Die Zusammensetzung der »Mehlteig«gase, nach rechnerischer Eliminirung kleiner Luftmengen, ist folgende:

°/₀	I.	II.	III.
Kohlensäure	68,9	68,2	71,6
Wasserstoff	29,9	31,8	28,4
Stickstoff	1,2.	—	—

Diese Zahlen stimmen vollständig mit denjenigen überein, die wir früher bei den Gärversuchen mit einer Reincultur von levans in Zuckerbouillon und Bierwürze erhalten haben.

Unbegreiflich ist es mir, dass Peters, der eine so gründliche bacteriologische Arbeit über die Flora des Sauerteiges geliefert hat, eine so wichtige und hervorragende Eigenschaft, wie die Gasbildung, bei seinem mit C bezeichneten Bacterium übersehen konnte und überhaupt keinen gasbildenden Spaltpilz im Sauerteig fand, und doch muss eine gasbildende Art weit verbreitet sein, denn sonst wäre die Brotbereitung aus Mehl und Wasser, ohne jeden Fermentzusatz, wie sie in Norddeutschland vielfach üblich ist, einfach unmöglich. Auch die Organismen von Popoff und Laurent sind höchst wahrscheinlich mit levans identisch und ich müsste mich sehr täuschen, wenn in Laurent's Organismus nicht ein levans neben einem sporentragenden Bacillus der Mesentericusgruppe steckte.

Auch Dünnenberger's Angaben sind mir mehrfach auffällig. Kann ich auch allenfalls verstehen, dass der Sauerteig, aus dem die säurearmen, oft fast säurefreien Nordschweizer

Weizenbrote hergestellt werden, eine spaltpilzarme aber hefereiche Masse darstellt, so kann ich doch schwer begreifen, dass seine mit Wasser versetzten Mehlproben nur eine so kümmerliche Gärung zeigten, dass er an ein Aufgehen durch eingeknetete Luft dachte. Ich habe nie etwas ähnliches gesehen. Es müssten in Dünnenberger's Sauerteig und Mehl nur meinem Milchsäure-Organismus (Seite 295) analoge Arten vorhanden gewesen sein, die bloss fixe Säuren und keine Gase bilden.

Dünnenberger meint ferner, bei einer Brotbereitung aus spontan vergorenem Mehl würde ein unverhältnismässig saures Brot entstehen; dies trifft nicht zu, wenn man als erlaubten (hierzulande des Geschmackes wegen erwünschten) Säuregehalt den gewöhnlich im hiesigen Sauerteig gefundenen zu Grunde legt.[1]) Wir haben den backfertigen, aus einer Bäckerei frisch geholten, mit Sauerteig hergestellten Brotteig und andererseits eigenhändig zubereiteten Mehlteig auf ihre Acidität verglichen und gefunden, dass 1 g des ersteren, in Wasser aufgeschwemmt und mit Phenolphtaloïn und $^1/_{10}$ normaler Natronlauge titrirt[2]), 1 ccm dieses Alkali zum Neutralisiren gebraucht, während 1 g des anderen, unter gleichen Bedingungen titrirt, 1,2 ccm $\frac{n}{10}$ NaOH nöthig gehabt.

Ich komme nun noch zu einem Punkt, der mir lange Schwierigkeiten gemacht hat, jetzt aber befriedigend aufgeklärt erscheint. Man sollte erwarten, da ein reichlich Wasserstoff lieferndes Bacterium aus jedem Mehl- und Wassergemisch zu isoliren ist, das ohne Zusatz oder mit Sauerteigzusatz gärt, es müsse sich in den aufgefangenen Gasen solcher Teige Wasserstoff in Menge finden. Es bestehen aber die Gase aus mit Sauerteig angesetztem Mehl nach Aimé-Girard aus 86—95 % Kohlensäure und der Rest kommt auf Stickstoff und Sauerstoff annähernd in

1) Uebrigens verweise ich auf die Arbeit von Professor Dr. K. B. Lehmann, »Ueber die hygienische Bedeutung des Säuregehaltes des Brotes«, Archiv für Hygiene, 1894, Bd. XX, S. 1.

2) Vergl. K. B. Lehmann, »Qualitative und quantitative Studien über den Säuregehalt des Brotes«. Archiv für Hygiene, XIX.

demselben Verhältnis, wie sie die Luft bilden. Wasserstoff fehlt. Um diese Angabe auf ihre Richtigkeit zu prüfen, habe ich viermal ganz frischen Sauerteig aus der Bäckerei holen lassen, den Gärkolben in gleicher Weise, wie bei den Mehlversuchen, mit einer Vorrichtung zum Auffangen entweichender Gase verbunden und die letzteren nach der Hempel'schen Methode auf ihre Zusammensetzung untersucht. Nach der rechnerischen Eliminirung der Luft, die immer mehr oder weniger den Gärungsgasen beigemischt war, ergaben sich folgende Zahlen:

%	I.	II.	III.	IV.
Kohlensäure	84,0	74,7	100,0	85,0
Stickstoff	16,0	25.3	—	15,0

Die Gärungsgase eines Sauerteiges enthalten also in der That keinen Wasserstoff, obwohl in jedem Sauerteig ohne Ausnahme, neben der Hefe, auch unser wasserstoffbildendes Bacterium zu treffen ist.

Diese merkwürdige Erscheinung kann man sich nur in der Weise erklären, dass die Gegenwart der Hefe gewissermaassen störend oder sogar hindernd auf die Entwickelung und Thätigkeit des Spaltpilzes einwirkt. Viele diesbezügliche Versuche haben unsere Vermuthung vollauf bestätigt.

Wir liessen drei Portionen von je 100 g gewöhnliches Mehl absichtlich, ohne es zu sterilisiren, vergären und zwar in der Weise, dass man zur ersten Probe 5 ccm einer frisch gärenden Hefecultur in Würze setzte, die zweite Probe wurde gleichzeitig mit Hefe und Bacterium inficirt, die dritte wurde, ohne irgend welchen Zusatz hergestellt. Alle drei Proben, bei der Temperatur von 30 ° C. gehalten, gingen in fast gleicher Zeit auf. Die Analyse der betreffenden Gärungsgase lieferte folgende Resultate: (Siehe Tabelle auf S. 304).

Die zwei ersten Proben, die mit Hefe inficirt worden sind, lieferten wasserstofffreie Gärungsgase, obwohl sie in beiden Fällen das gasbildende Bacterium enthielten, nur die dritte Probe, in der ich keine einzige Hefezelle finden konnte, verdankte ihr starkes Aufgehen ausschliesslich unserem Spaltpilz und enthielt im Gärungsgas neben der Kohlensäure den ihm eigenthümlichen

Wasserstoff. Es zeigt sich also, dass die Hefe den ganzen Zuckergehalt des Mehles für sich in Anspruch nimmt, ihn rascher verarbeitet und dem Bacterium nicht gestattet, sich daran zu betheiligen. Sobald aber keine Hefe zugesetzt wird, kann Bacillus levans seine Thätigkeit ungestört entfalten, den Mehlzucker zersetzen, Kohlensäure und Wasserstoff produciren und den Teig allein zum Aufgehen bringen.[1])

I. Mehl mit Hefe inficirt	II. Mehl mit Hefe und Bacillus levans inficirt	III. Mehl allein, ohne irgend welchen Zusatz spontan vergoren.
CO_2 98,5 % N_2 1,5 % Der Teig enthält neben massenhaft entwickelter Hefe auch einige wenige Stäbchen.	CO_2 100 % Die Teigpräparate zeigen massenhaft Hefezellen und wenige Stäbchen.	CO_2 62,4 % H_2 37,6 % Der Teig zeigt Reincultur unseres kurzen Stäbchens. gar keine Hefe.

Praktisch ist somit bei jeder Teigbereitung, bei der ein Zusatz von Hefe oder Sauerteig stattfindet, die Hefe das lockernde Agens, setzt man aber zum Mehl bloss Wasser, wie dies bei der Schrotbrotbereitung gar nicht selten der Fall ist, so kommt Bacillus levans zur Wirkung, nicht bloss als Säurebildner, sondern als sehr energischer Gasbildner und Teiglockerer, ohne dass eine Spur Hefe mitwirkt.

Nachdem wir die im Sauerteig vorkommende Flora untersucht und in Saccharomyces minor und Bacillus levans die einzig

1) Nach Abschluss meiner Arbeit habe ich noch zweimal Mehl vergären lassen und die Gase im Bunsen'schen Quecksilbergasometer aufgefangen (Bunsen, Gasometrische Methoden, 2. Aufl., 1877, pag. 23) und zwar:

			% CO_2	H_2	N_2
1) Mehl spontan vergoren: Durch Plattenculturen annähernde Reinculturen des Bac. levans und vollständige Abwesenheit der Hefe nachgewiesen.	3 Controll-versuche	I	75,3	24,7	—
		II	73,9	24,4	1,7
		III	73,1	25,1	1,8
2) Mehl mit Hefe und Bac. levans inficirt: Platten zeigten beide Mikroorganismen	2 Controll-versuche	I	87,8	6,5	5,7
		II	85,7	7,4	6,9

Warum in diesem Falle im Gegensatze zu früheren Versuchen Wasserstoff, wenn auch nur in geringer Menge gefunden wurde, vermag ich nicht anzugeben.

für die Gärung wichtigen Organismen erkannt haben, blieb nun noch eine Hauptaufgabe übrig, ohne die meine Arbeit nicht vollständig wäre. Es musste gezeigt werden, ob man aus sterilem Mehl, sterilem Wasser und der Reincultur des Saccharomyces resp. des Bacillus levans einen typisch gärenden Brodteig erhält.

Dazu war nothwendig, wirklich steriles Mehl zu erhalten. Ich versuchte zuerst durch trockenes Erhitzen auf 120° Mehl zu sterilisiren, wie dies u. a. Peters gethan — vergebens, das Mehl war niemals steril; es zeigte sich, dass sporenbildende Arten die Hitze überstanden. Hierauf versuchte ich Mehlproben mit und ohne Wasserzusatz im strömenden Wasserdampf bei 100° in Kölbchen mit Watteverschluss zu sterilisiren — ebenfalls umsonst. Vorzügliche Dienste leistet dagegen die von Wollny für allerlei organische Stoffe vorgeschlagene Anwendung von Aether. In 3—6 Tagen war stets mit Aether überschichtetes Mehl steril, wie zahlreiche Platten- und Bouillonculturen ergaben. Es wurden grosse Erlenmeyerkolben mit je 200 g sterilem Mehl, 200 g sterilisirtes Wasser und mit 5—10 ccm einer frischen Zuckerbouillon (resp. Würzecultur) von Bacillus levans resp. Saccharomyces minor inficirt. In beiden Fällen intensive Gärung, starke Lockerung des Teiges, aromatischer säuerlicher Teiggeruch — letzterer jedoch intensiver bei levans, als bei Saccharomyces minor. Die mikroskopische Untersuchung nach einigen Tagen ergab stets Reincultur der verwendeten Arten, auch durch Plattencultur und Abimpfen in Zuckerlösung wurde die Reinheit der Mehlculturen constatirt.

Die Gase, die bei dieser Gärung entstanden, wurden über Wasser aufgefangen und, wie oben, untersucht. Während Saccharomyces minor stets reine Kohlensäure lieferte, gab das von levans gelieferte Gas folgende Zahlen:

	I.	II.
CO_2 %	67,6	66,5
H_2 %	26,6	27,7
N_2 %	5,8	5,8

Man sieht, es sind die gleichen Werthe erhalten worden, wie oben bei der Vergärung der Zuckerbouillon.

Ein ähnlicher Versuch wurde auch mit sterilem Mehl und Bacillus coli communis angestellt.

Die Resultate waren:

CO_2 %	23,3
H_2 %	74,0
N_2 %	2,7

also wieder die gleichen, wie oben in zuckerhaltigen Flüssigkeiten erhalten.

Damit ist in einwandsfreier Weise bewiesen, dass Bacillus levans, aber auch andere Glieder der Coligruppe eine typische Teiggärung hervorzurufen im Stande sind und es unterliegt für mich keinem Zweifel, dass in allen den Fällen, wo Mehl und Wasser ohne Zusatz von Hefe oder hefehaltigem Sauerteig der Gärung überlassen bleiben, Bacillus levans die Gährung besorgt. Damit stimmen die p. 39 mitgetheilten Versuche mit Mehl und Wasser vollständig überein.

Wir kennen also jetzt 3 Arten von Teiggärung:

1. Die reine Hefegärung, wie sie bei der Weissbrotbereitung aus Mehl und Presshefe fast in voller Reinheit[1]) durchgeführt wird.

2. Die reine Spaltpilzgärung durch Bacillus levans, wie sie in den Gegenden üblich ist, wo noch Mehl und Wasser allein der Gärung überlassen werden. (Schrotbrotbereitung in vielen Theilen Norddeutschlands) und

3. Die combinirte Gärung durch Saccharomyces minor und Bacillus levans, wie sie bei der üblichen Schwarzbrotbereitung mit Sauerteig eingeleitet wird. Ob hierbei die Lockerung des Teiges mehr durch die Hefe, mehr durch Bacillus levans bedingt wird, kann ich zur Zeit nicht unterscheiden; die fehlende Wasserstoffbildung braucht nicht auszuschliessen, dass Bacillus Levans sich an der CO_2-Bildung lebhaft betheiligt, da er ja auch in der Bildung von Essig- und Milchsäure fortfährt.

Die Bedeutung der Sauerteiggärung gegenüber der spontanen Gärung liegt unzweifelhaft darin, dass durch die Anwendung

1) Nach Abschluss meiner Arbeit habe ich auch in ›reinem Weissbrothefeteig‹ Bacillus levans nachgewiesen. Weitere Untersuchungen in dieser Richtung sind im Gang.

des Sauerteiges rascher als ohne Fermentzusatz eine Lockerung des Teiges zu Stande kommt. Es ist also bei Sauerteiganwendung möglich, ein lockeres Brot zu erhalten, ohne warten zu müssen, bis neben der nöthigen Gasmenge grössere Mengen Essig- und Milchsäure gebildet sind. Ob die Anwesenheit der Hefe direct hemmend auf die Bildung fixer Säure wirkt, bleibt zu untersuchen; man könnte aus der fehlenden Wasserstoffentwickelung bei Hefeanwesenheit den Schluss ziehen, dass z. B. die Buttersäurebildung unterdrückt werde — darüber sind noch mancherlei interessante Untersuchungen auszuführen, die theilweise schon in Angriff genommen sind.

Zum Schluss halte ich es für meine Pflicht, meinem hochverehrten Chef, dem Herrn Professor Dr. K. B. Lehmann, unter dessen Leitung die obige Arbeit in seinem Institut ausgeführt worden ist, für die mir während der ganzen Arbeitszeit zu Theil gewordene Unterstützung bei der Ausarbeitung und Abfassung dieser Arbeit meinen verbindlichsten, tief gefühlten Dank auszusprechen.

Das Verhalten der Cholerabacillen in aëroben und anaëroben Culturen.

Von

Dr. Dionys Hellin,
prakt. Arzt.

(Aus dem bacteriologischen Laboratorium des hygienischen Instituts der Universität München.)

A. Verhalten in der Lackmusmolke.

Petruschky, der eine grosse Zahl von Bacterien in Bezug auf ihre Reaction in der Lackmusmolke prüfte, gibt an, dass die Cholerabacillen dieselbe zwar zuerst röthen, dass aber die Reaction später in eine alkalische umschlägt; deshalb zählt er die Cholerabacterien zu den Alkalibildnern. Nach anderen Autoren wieder sollen die Cholerabacterien zu den die Lackmusmolke röthenden Bacterien gehören. Andererseits war es bekannt, dass die Cholerabacterien, wie viele andere Bacterien, auf der Bouillon ein Häutchen bildend, auch auf der Lackmusmolke ein ähnliches, aber blaugefärbtes Häutchen hervorrufen. Da nun die Angaben der Autoren über das Verhalten der Cholerabacterien in der Lackmusmolke sehr verschieden lauteten, so verschieden, dass sich eine Controverse nicht verkennen liess, so lag es nahe, diese Versuche noch einmal einer genaueren Prüfung zu unterwerfen.

Auf Vorschlag des Herrn Prof. Emmerich führte ich die Bestimmungen nach der in Petruschky's[1]) Arbeit angegebenen Methode aus. Lackmusmolke (10 ccm in jedem Reagensglas) mit Cholerabacillen geimpft und nach 5—8 tägigem Stehen im Thermostaten bei 37° untersucht, zeigte eine rothe Verfärbung, und um der Molke den ursprünglichen Farbenton zu verleihen, brauchte man jedesmal 0,7—0,8 ccm $^1/_{10}$ Normalnatronlauge. Die Cholerabacterien bilden also 7—8% Säure, in $^1/_{10}$ Normalnatronlauge ausgedrückt.

Jedesmal bildete sich auf der Oberfläche der Lackmusmolke ein blaues Häutchen, etwa 2—3 mm dick; die darunter befindliche Schicht hatte eine rothe Farbe, unterhalb dieser Schicht war die Flüssigkeit aber ganz entfärbt, wasserhell, und am Boden des Reagensglases, in einer etwa 1—2 cm dicken Schicht, konnte man eine Anhäufung von rothen Partikelchen bemerken. Schüttelte man das Reagensglas, so war die etwas unklare Flüssigkeit ausgesprochen roth gefärbt. Liess man es wieder im Thermostaten stehen, so enstanden neuerdings die genannten 3 Schichten mit dem blauen Häutchen, das stets die obere Schicht bildete. Schliesslich nimmt die ganze Flüssigkeit einen schmutzig rothen Farbenton an, der sich nicht mehr verändert.

Oben, wo der Luftzutritt stattfinden konnte, verursachten die Cholerabacillen also eine Alkaleszenz; die blaue Zone bildete aber ein Häutchen über die darunter sich befindende Flüssigkeit und versperrte auf diese Weise den Luftzutritt zu den unteren Schichten. Wir hatten also oben eine aërobe und zugleich unten eine anaërobe Cultur. Da wo die Cultur anaërobiotisch wuchs, reducirten die Bacterien den Farbstoff; oben war die Reaction alkalisch.

Auch nach zehntägigem Stehen der Cultur im Thermostaten konnte ich, im Gegensatz zu Petruschky, kein Umschlagen der Reaction wahrnehmen. Reagensgläser mit Lackmusmolke, aber ohne Cholerabacillen, veränderten ihre Farbe nicht.

---

1) Centralbl. f. Bacteriologie, Bd. VI.

Dass diese durch Cholerabacterien hervorgerufenen Farbenunterschiede lediglich von der Luftzufuhr resp. dem Luftabschlusse abhängen, erhellt aus den von mir daraufhin angestellten Versuchen mit Kulturen in Buchner'schen Röhrchen (mit alkalischer Pyrogallussäure, also bei Luftabschluss), wobei die ganze Lackmusmolke gleichmässig, ohne Bildung irgend welchen blauen Häutchens gefärbt war.

Aber auch umgekehrt konnte ich die Wirkung der Luftzufuhr für das Zustandekommen der Bläuung der Molke in einer ganz eclatanten Weise beobachten. Ich sagte mir: wenn die Bläuung der Molke durch Cholerabacterien eine Folge der Luftzufuhr ist, so muss, wenn für den Luftzutritt in hinreichender Menge gesorgt wird, die ganze Molke sich gleichmässig blau färben. Am geeignetsten dazu schien mir ein Gefäss mit breitem, flachem Boden, z. B. eine Petri'sche Schale zu sein, auf welchem man die mit Cholera geimpfte Lackmusmolke in dünner Schicht ausbreiten konnte.

Am 16. XII. 1893 um ½12 Uhr Vormittags wurde in ein solches Gefäss ca. 10 ccm mit Massaua-Cholera inficirter Lackmusmolke gegossen. Nachdem das Gefäss 5 Stunden im Thermostaten gestanden hatte, konnte man schon einen Stich in's Violette bemerken, nach 26 Stunden war die ganze Flüssigkeit blau gefärbt.

Erst am 20. XII. fing die Flüssigkeit an, allmählich einen mehr röthlichen Farbenton anzunehmen, ein Beweis, dass der Sauerstoff verbraucht wurde.

Auf diese Weise konnte man die früher in einem Glase vereinigten Reactionen jetzt auf zwei gesonderte Erscheinungen vertheilt sehen.

Aus diesen Versuchen sind wir zu dem Schlusse berechtigt, dass die Cholerabacterien sowohl als Alkali-, wie als Säurebildner auftreten können, und dasses dabei nur auf die Gegenwart von O ankommt. Durch die Oxydation resp. Reduction einerseits, durch Alkalisirung resp. Ansäuerung andererseits konnte man sich überzeugen, dass die Alkalibildung der Oxydation, die Säurebildung der Reduction entsprach. Beim Menschen werden somit die

Cholerabakterien im Darm, also unter O-Abschluss, säurebildend und zugleich reducirend [1]) wirken. Dies ist ein Beweis für die Richtigkeit der Ansicht von Emmerich und Tsuboi, nach welcher die Cholerabacillen im Menschendarm durch ihre Säurebildung zur Entstehung freier salpetriger Säure aus den von ihnen gebildeten Nitriten Anlass zu geben vermögen, wodurch die oft sehr ausgedehnte Zerstörung des Darmepithels zu Stande kommt.

B. Das Verhalten der Cholerabacillen in aëroben und anaëroben Culturen bei Zusatz von Nitraten.

Auf Vorschlag von Herrn Prof. Emmerich beschäftigte ich mich auch mit der Frage nach der Production von salpetriger Säure durch die Cholerabacterien.

Um 6 Uhr Abends d. 12. I. 94 wurden zwei Reagensgläser mit je 10 ccm Lackmusmolke — das eine anaërob, das andere aërob — mit Massaua inficirt und genau 0,01 g $NaNO_3$ hinzugefügt. Am 13., 10 Uhr Vormittags, hatte sich bei der zweiten Cultur schon ein blaues Häutchen gebildet. Die am 14., 10 Uhr Vormittags, auf Nitrat und Nitrit vorgenommene Prüfung ergab ein positives Resultat.

Da die Lackmusmolke keinen günstigen Nährboden für die Cholerabakterien darbietet, so benutzte ich, auf Rath des Herrn Prof. Emmerich, um die Wirkung der Cholerabacterien auf die Nitrate weiter zu studiren, Bouillonculturen.

---

1) Cohen, Ueber das Reductionsvermögen der Bacterien. Zeitschrift f. Hygiene, 1887. — Poehl, Ber. d. Chem. Ges., Bd. 19, 1886, S. 1159 ff. — R. J. Petri und Alb. Maaszen, Beitr. z. Biol. d. Bacterien etc, Arbeiten a. d. Kais. Gesundsh.-Amte, Bd VIII, S. 346. Berlin 1893. — Paul Fülles, Zeitschr. f. Hygiene, Bd. 10, S. 227. — Kitasato, Ueber das Verhalten der Typhus- und Cholerabacterien in säure- und alkalihaltigen Nährböden. Zeitschrift f. Hygiene, Bd. III, 1888. — Behring, Beitr. z. Aetiol. d. Milzbrandes. Ibidem. Bd. VII, S. 177. — Gruber und Wiener, Archiv f. Hygiene, Bd. XV, S. 245, 248, 249, 253. — R. Dubois, Bull. de la soc. chim. de Paris, Bd. 49, p. 963. Ref. in Ber. d. d. chem. Ges., 1888, Bd. 23. — Weiszer, Zeitschr. f. Hygiene, Bd. I. — Liborius, Zeitschr. f. Hygiene, S. 175. — Kitasato und Th. Weyl, Zur Kenntnis der Anaëroben. Zeitschrift f. Hygiene, Bd. VIII, S. 41.

Am 22. I. 94 um 12 Uhr 30 Minuten Vormittags wurden 10 ccm Bouillon mit 1% Pepton und 0,01 Nitrat versetzt und mit Massauacultur geimpft. Die um 4 Uhr Nachmittags vorgenommene colorimetrische Bestimmung ergab in 0,1 ccm — 0,0125 mg N_2O_3, also auf 10 ccm Bouillon 1,25 mg.

Bei der am 23. I. 94 um 10 Uhr 30 Minuten Vormittags vorgenommenen Prüfung einer auf ähnliche Weise hergestellten Bouilloncultur vom 22. I. 11 Uhr 50 Minuten Vormittags fand ich in 10 ccm 4 mg N_2O_3.

Eine dritte Serie wies nach 28 Stunden 5 mg Nitrat auf.

Am 23. I. 4 Uhr 30 Minuten Nachmittags wurde ein Bouillongläschen, 2% Pepton enthaltend, mit Cholera und 0,01 Nitrat versetzt. Prüfung am 24. I. 11 Uhr 30 Minuten Vormittags: 1,5 mg.

Nun änderte ich die Versuche so ab, dass ich die Nitrate erst nach erfolgtem Wachsthum der Bacterien in das Reagensglas hineinthat. Die Untersuchung des am 23. I. 94, 11 Uhr 30 Minuten, mit Massaua geimpften und erst am 24., 12 Uhr Vormittags, mit 0,01 Nitrat versetzten Glases ergab, vier Stunden nach dem Nitratzusatz, 4 mg. Dass die Quantität der gebildeten salpetrigen Säure jetzt verhältnismässig grösser war, ist dadurch zu erklären, dass sich hier die Bacterien nicht erst zu entwickeln brauchten.

Am 27. I. wurde zu 10 ccm Bouillon Cholerabacterien $NaNO_3$ in gewöhnlicher Menge zugesetzt, es wurde dazu eine mehr virulente Cultur benutzt. Die Quantität der gebildeten Nitrite betrug nach vier Stunden 1 mg. Die weitere Prüfung ergab:

Nach 2 Tagen . . 5,0 mg } N_2O_3,
„ 3 „ . . 6,5 „ }

während die mit alter, nicht virulenter Massauacultur geimpften Bouillongläser auch nach achttägigem Stehen nicht mehr als 5 mg salpetriger Säure gebildet hatten.

Angeregt durch die bekannten Mitteilungen von Hüppe und Scholl über das Verhalten der Cholerabacterien im Ei,

also auf labilem Eiweiss, wollte ich auch das Reductionsvermögen der Cholerabacterien gegenüber den Nitraten, aber ohne Luftzufuhr auf lebendigem Eiweiss untersuchen.

Es wurde zunächst etwas Eiweiss vermittelst einer sterilisirten Glascapillare aus dem Ei genommen und dann 0,01 Nitrat und Cholerabacterien eingeführt. Nach eintägigem Stehen im Thermostaten wurde das Ei, nach Durchbrechung der Schale, in einen Messcylinder von 1 l Inhalt gegossen, die mit Wasser abgespülten Reste der Eisubstanz, die an der Schale noch haften geblieben, hinzugefügt, alles auf 1 l Wasser verdünnt und stark geschüttelt. 10 ccm von dieser Mischung wurden, ähnlich wie bei der Bouilloncultur, colorimetrisch mit Sulfanilsäure und Naphtylamin nach Verdünnung auf 100 ccm Wasser geprüft. Zur Bestimmung bediente ich mich einer Lösung von salpetrigsaurem Silber, die so eingestellt war, dass 1 ccm davon 0,01 mg salpetriger Säure entsprach; ein frisches Ei (ohne Cholera und ohne Nitrate) auf 1 l Wasser verdünnt und mit dieser Lösung versetzt, bildete die Normalscala. Diese Scala ist durchsichtig genug, um mit ihrer Hilfe ebenso genau, wie bei der Bouilloncultur, den Gehalt an salpetriger Säure zu bestimmen; die Färbung tritt hier nur etwas langsamer als dort ein, dagegen hält sie sich besser, so dass die endgültige Bestimmung der Farbenintensität bei allen Proben nach gleich langem Zeitraum vorgenommen werden kann.

Die auf diese Weise untersuchte Portion ergab nach einem Tag 1 mg N_2O_3. Nach zwei Tagen ergab die Untersuchung eines anderen Eies 2,0 mg N_2O_3, ebenfalls auf das ganze Ei berechnet; ein drittes Ei enthielt nach fünftägigem Stehen 4 mg N_2O_3.

Zu weiteren Versuchen benutzte ich eine mir von Herrn Král aus Prag freundlichst zugeschickte Choleracultur, die von einem vorjährigen Berliner Fall stammte und virulent sein sollte. Das Resultat der Untersuchungen war:

dreitägige Eicultur 5 bis 6 mg N_2O_3.
Bouilloncultur nach 16 Stunden 4 mg.
" " 40 " 1 cg.

Endlich benützte ich auch eine andere, zwar alte, aber noch ziemlich virulente Massauacultur. Es bildete sich in der anaëroben Bouilloncultur nach 16 Stunden 0,75 mg; in der aëroben nach 16 Stunden 2,5, nach 42 Stunden 4,5 mg.

Da bekanntlich die Cholerabacterien auf alkalischem Nährboden besser gedeihen, so wollte ich auch sehen, ob bei grösserer Alkalescenz als die war, welche ich bisher anwendete, die Reduction der Nitrate zu Nitriten durch die Cholerabacterien nicht grösser sein würde. Mehrere daraufhin angestellten Versuche ergaben das merkwürdige Resultat, dass, während bei einer Cultur die Menge der gebildeten Nitrite nach 16 Stunden 1,0 mg betrug, und sowohl bei der anaëroben wie bei der aëroben Cultur die gleiche war, bei anderen Cholerabacillenculturen nach 40 Stunden in der aëroben Cultur 5, in der anaëroben 4 mg $N_2 O_3$ sich bildete. Dieses Verhalten ist um so überraschender, als, wie wir wissen, das Wachstum der Cholerabacterien unter Sauerstoffabschluss sehr spärlich ist, und gar nicht mit der massenhaften Entwickelung derselben bei Luftzutritt zu vergleichen ist.

Eine zweite Reihe von Culturen in mit $Na_2 CO_3$ stärker alkalisirter Bouillon bildete:

	nach 16 Stunden	nach 31 Stunden
anaërob . . .	1 mg	3 mg
aërob . . .	0,6 mg	2,5 mg.

Es überstieg also die Menge der salpetrigen Säure bei anaërober Cultur sogar diejenige bei aërober Cultur. Die Wichtigkeit dieser Erscheinung geht daraus hervor, dass gerade im Dünndarm ein stark alkalisches Medium vorhanden ist.

Um möglichst genaue Resultate zu bekommen, versuchte ich die Menge der gebildeten Nitrite nicht nur kolorimetrisch, sondern auch durch Titration mittelst Jodometrie zu bestimmen. Zu diesem Zwecke machte ich zuerst einen Probeversuch und bediente mich dazu eines frischen, nicht inficirten Eies, das ich, wie bei den kolorimetrischen Versuchen, mit einer ebenso eingestellten Lösung von $NO_2 K$ verdünnte. Da aber die angesäuerte Jod-

kaliumlösung in dem Ei eine Trübung hervorruft, die bei der Bestimmung störend wirken könnte, so fällte ich auf Rath des Herrn Dr. Scholl, wie er es ebenfalls bei seinen Cholera-eikultur-Versuchen that, das Eiweiss in dem unverdünnten Ei mit $^{9}/_{10}$ Alkohol und untersuchte nun das Filtrat sammt dem ausgewaschenen Niederschlag mit Wasser verdünnt, mit Jodkalium und $Na_2 S_2 O_3$. Dabei zeigte sich eine ganz geringe Differenz, je nachdem man Stärkemehl als Indicator benützte oder nicht. Auch der Alkohol verändert etwas die Farbe, indem dieselbe dabei etwas grünlich wird. Die auf diese Weise angestellte Vorprüfung erwies diese Methode als eine für unsern Zweck nicht weniger genaue, wie die kolorimetrische, und die Resultate bei den mit Cholera inficirten Eiern stimmten mit den auf kolorimetrischem Wege erhaltenen ziemlich genau überein. Man könnte auch die salpetrige Säure gasvolumetrisch bestimmen, indem man Jodkalium hinzufügt und mit Wasserstoffsuperoxyd versetzt und dann die Menge des sich entwickelnden O bestimmt.

Ich will noch bemerken, dass die von mir benützten Culturen erst nach der Gewinnung der Resultate auf ihre Virulenz geprüft wurden und dass zur Controle stets sowohl Nährböden mit Cholera aber ohne Nitrate wie auch solche mit Nitraten, aber ohne Cholera untersucht wurden und in Bezug auf die Bildung von salpetriger Säure sich negativ verhielten.

Der Unterschied in der Menge der durch die Culturen aus dem hygienischen Institut und die Král'sche Cultur gebildeten $N_2 O_3$ beruht darauf, dass die alten Culturen viel weniger $N_2 O_3$ produciren als die frischen.

Diese schon von Zäslein[1]) constatirte Thatsache dürfte in epidemiologischer Beziehung von grösstem Interesse sein, da sie einen weiteren Beleg dafür liefert, dass die Cholerabacillen unter

1) Zäslein, Beitr. z. chem. React. d. Cholerabacillus. Deutsche med. Zeit. 1887, Nr. 72. — Petri und Maassen, l. c, S. 504 ff. — Petri, Ueber die Verwerthung der Salpetrigsäureindolreaction zur Erkennung der Cholerabacterien, S. 7. u. 17 ff. — R. J. Petri und A. Maassen, Weitere Beitr. z. SH_2-Bildung aërober Bacterien. Arb. a. d. Kais. Gesundh.-Amt. Bd. VIII,

verschiedenen Umständen verschiedene Mengen salpetriger Säure produziren, und unter bis jetzt noch nicht näher bekannten natürlichen Bedingungen ein viel höheres Nitritbildungsvermögen erlangen können, als sie es in künstlichen Kulturen besitzen.

Herrn Prof. Emmerich, der die Güte hatte, meine Versuche zu controliren, spreche ich meinen aufrichtigsten Dank aus.

Berlin 1893, S. 504. — Petri, Centralbl. f. Bact., 1889, Nr. 17 u. 18. — W. Haereus, Ueber das Verhalten der Bacterien im Brunnenwasser, sowie über reducir. und oxyd. Eigensch. der Bacterien. Zeitschr. f. Hygiene, Bd. I, S. 232.

Ueber Schwefelwasserstoffbildung des Choleravibrio im Hühnerei.

Von

Dr. Walter Kempner.

(Aus dem bacteriologischen Laboratorium des hygienischen Instituts der Universität München.)

Schon im Jahre 1888 hatte Hueppe[1]) das Hühnerei zur Cultur von Mikroorganismen eingeführt, um ausser dem hohen Nährgehalt desselben die erschwerten Sauerstoffverhältnisse des Darmcanals nachzuahmen. Dass trotz der vorhandenen Diffusion von Sauerstoff in das Ei eine nahezu völlig sauerstofffreie Atmosphäre in mit Choleravibrionen geimpften Eiern entstand, erklärte Hueppe dadurch, dass die Cholerabacterien aus dem Eiweiss Schwefelwasserstoff abspalten, und dieser der Diffusion von Sauerstoff entgegenarbeite. Scholl[2]) ferner hatte bei allen mit Cholera geimpften Eiern ausnahmslos eine starke Schwefelwasserstoffproduction gefunden, und auch später sind Gruber und Wiener[3]), sowie Petri[4]) den Hueppe-Scholl'schen Resultaten betreffs der Schwefelwasserstoffbildung im Ei beigetreten.

1) Hueppe, Ueber die Verwendung von Eiern zu Culturzwecken. Centralblatt für Bacteriologie, 1888, Bd. IV, Nr. 3.

2) Scholl, Archiv für Hygiene, 1892, Bd. XV, S. 172.

3) Gruber und Wiener, Archiv f. Hygiene, 1892, Bd. XV, S. 290.

4) Petri und Maassen, Arbeiten aus dem kaiserl. Gesundheitsamte, Bd. VIII, S. 490 ff.

Im Gegensatz hierzu stehen die Angaben von R. Pfeiffer,[1]) dass die mit Choleravibrionen inficirten Eier keinen Schwefelwasserstoff freigeben, was die neuerdings auf Pfeiffer's Veranlassung angestellten Versuche von Zenthöfer[2]) bestätigen sollten. Auf Grund letzterer Versuche erklärt sogar Pfeiffer, »dass das Hühnerei ein sehr ungeeignetes Material für die Züchtung der Koch'schen Vibrionen darstelle, und dass überraschend oft, trotz aller antiseptischen Cautelen, Verunreinigungen der Culturen auftreten; dass ferner der Verdacht vorliege, die Scholl'schen Cholera-Eiculturen seien sämmtlich verunreinigt gewesen«. Dass dieser Verdacht jedoch unberechtigt ist und vielmehr die Zenthöfer'schen Versuche trifft, werden die folgenden Untersuchnngen beweisen.

Es wurden schon vor Erscheinen der letztgenannten Arbeit Versuche über Erhaltung der Virulenz verschiedener Bacterienarten im Hühnerei, darunter des Choleravibrio von uns angestellt. Es sollen von diesen hier nur diejenigen Erwähnung finden, welche sich auf die Schwefelwasserstoffbildung des Cholerabacillus beziehen und nach Einsicht der Zenthöfer'schen Arbeit fortgesetzt wurden.

Am 27. I. 94 wurden 8 Stück frische Hühnereier nach der Methode von Hueppe gereinigt: zuerst eine Stunde in Sublimatlösung 1:1000 gelegt, dann mit Alkohol und Aether abgespült. In 6 der getrockneten Eier wurde an dem stumpfen Pol mit einer geglühten Stahlnadel ein kleines Loch gebohrt, welches für die Platinnadel bequem durchgängig war, die Eier hierauf mit einer virulenten Choleracultur aus Massaua geimpft, die Oeffnung mit fest schliessendem sterilisirten Lack verklebt und in den Brütschrank bei 37 bis 38° C. gebracht. 2 ebenso behandelte und nichtgeimpfte Eier wurden zur Controlle mit in den Brütschrank gestellt.

Die geimpften Eier zeigten schon nach 24 Stunden kleine schwarze Tüpfelchen an den Poren der Eischale, dieselben vergrösserten sich von Tag zu Tag und machten einer diffusen Schwärzung fast der ganzen Aussenfläche der Eischale Platz. Es hatte sich also aus dem diffundirten Schwefelwasserstoff mit den an der Eischale haftenden Spuren von Sublimat schwarzes Schwefelquecksilber gebildet.

Nach 10 Tagen wurden 4 Eier dieser Serie geöffnet. Wie Scholl schon beobachtet, machte sich beim Oeffnen ein starker Gasdruck nach aussen durch Herausspritzen von Eiflüssigkeit bemerkbar. Ein vor die Oeffnung

---

1) Pfeiffer, Zeitschrift f. Hygiene, 1892, Bd. XI.

2) Zenthöfer, Zeitschrift f. Hygiene, 1894, Bd. XVI.

gehaltener angefeuchteter Streifen Bleipapier wurde intensiv geschwärzt. Der Geruch war bei 3 Eiern deutlich nach Schwefelwasserstoff, bei dem 4., ebenso wie bei einigen der anderen Serien, war derselbe ein fader, dem Sperma ähnlich, niemals war jedoch der charakteristische Geruch der aëroben Bouilloncultur bemerkbar. Das Eihäutchen war mit einer schmierigen, schmutzig grauen, bald grün-braunen Schichte überzogen, die auch theilweise die Innenseite der Eischale überkleidete und nach dem mikroskopischen Präparate aus Reincultur von Choleravibrionen bestand. Das Eiweiss fand sich vollständig wässrig flüssig, trüb schmutzig verfärbt, von schwach alkalischer Reaction. Die Kugelform des Dotters war, wenn die Eier vor der Impfung nicht geschüttelt wurden, vollständig erhalten, wenn auch etwas geschrumpft, und liess sich aus dem Ei leicht herausheben. Seine Farbe war grün-schwarz, vom Aussehen der grünen Schmierseife, die Consistenz halbfest; er röthete blaues Lakmuspapier schwach.

In den Ausstrichpräparaten dieser 4 Eier, die theils aus flüssiger, theils fester Eimasse hergestellt wurden, zeigten sich zwischen den zahlreichen ungeformten Eipartikelchen ausschliesslich Kommabacillen in mässiger Menge, darunter sehr schöne Spirillen. Von dem Inhalt dieser Eier wurden Gelatineplatten gegossen und bei 22° C. gehalten; auf denselben waren am folgenden Tage ausschliesslich Cholera-Colonien gewachsen, ebenso zeigten die aus den mit Eiinhalt beschickten Bouillonröhrchen gefertigten Präparate nur Choleravibrionen; die Bouillon gab nach 20 Stunden schöne Cholerarothreaction.

Die beiden letzten Eier dieser Serie wurden am 15. Tage nach der Impfung geöffnet, äusserlich und innerlich zeigten sich wiederum die beschriebenen Veränderungen. Aeusserlich war die Schwärzung eine intensivere, die Prüfung auf Schwefelwasserstoff im Eiinnern mittelst des mit basischem Bleiacetat getränkten, an der Oeffnung vorübergezogenen Streifens war schon nach einigen Secunden erkennbar. In den Ausstrichpräparaten, sowie auf den von dem Eiinhalt angelegten Gelatineplatten waren wieder ausschliesslich Cholera-Colonien vorhanden. Von dem dünnflüssigen Inhalt eines dieser letzten Eier wurde eine Oese in 1 ccm Peptonbouillon gebracht, und diese einem Meerschweinchen intraperitoneal injicirt, dasselbe starb unter den gewöhnlichen Erscheinungen nach 20 Stunden.

Die beiden Controleier, welche ebenfalls 15 Tage im Brütschrank gestanden, zeigten weder eine Veränderung der Eischale noch des Inhalts. Sie verhielten sich bei durchscheinendem Licht ebenso wie frische Eier, während die mit Cholera geimpften das Licht nicht mehr hindurchliessen.

Am 10. II. wurden wiederum 8 Eier, die bereits 5 Tage zur Vorprüfung auf Schwärzung der Eischale im Brütschrank gestanden und unverändert geblieben, mit Cholerabouillon beschickt. Die Impfung erfolgte nunmehr gewöhnlich mit fein ausgezogenen, sterilen Glascapillaren, da sich dieselben zweckmässiger wie die Platinnadel erwiesen, und ausserdem eine beliebig grosse Quantität der Cholerabouillon in das Ei injicirt werden konnte.

Ausserdem wurden 2 Eier, welche nicht mit Sublimat, sondern nur mit Alkohol und Aether gereinigt waren, nach dem von Petri in citirter Arbeit genannten Verfahren schon zum Vorversuch, in Bleipapier eingehüllt, in der

Mitte eines beiderseits offenen sterilen Glascylinders durch zwei lockere Wattebäusche fixirt. Damit nicht etwa durch andere Schwefelwasserstoff bildende Culturen im Brütschrank das die Eier einhüllende Bleipapier geschwärzt würde, wurden ausserdem Bleipapiere in die Wattebäusche eingeschaltet. Nachdem so beide Eier nach 5 Tagen im Vorversuch keine Schwärzung des Bleipapiers herbeigeführt, wurden sie ebenfalls mittelst Capillaren mit Cholerabouillon inficirt.

Von dieser zweiten Serie wurden nach 5 Tagen 2 Eier, die an den Poren schwarz getüpfelt waren, geöffnet. Der flüssige Inhalt wurde in ein steriles Kölbchen entleert und sofort zwischen Wattebausch und Glas ein in das Innere des Kölbchens herabhängender Bleipapierstreifen eingeklemmt, derselbe wurde nach einigen Minuten geschwärzt. Der Dotter war schwärzlich verfärbt, noch nicht in die oben beschriebene klebrige Masse umgewandelt. Im Ausstrichpräparat, sowie auf den Gelatineplatten und in der Peptonbouillon war Reincultur von Cholera zu constatiren.

Nach 10 Tagen wurden 3 weitere Eier untersucht, die Schwärzung der Schale war intensiver wie bei den vorigen, die Bleipapierstreifen im Kölbchen gaben deutliche Schwefelwasserstoffreaction; der bacteriologische Befund ergab Reincultur.

Nach 20 Tagen zeigten die 3 übrigen Eier sehr starke Schwefelwasserstoffbildung, die Eischale war vollständig schwarz glänzend, der Inhalt ergab wiederum Reincultur des Choleravibrio. Je länger übrigens die Eier aufbewahrt wurden, desto mehr machte sich beim Schütteln ein glucksendes Geräusch bemerkbar, herrührend vom Anschlagen des dünnflüssigen Eiweisses an die Schale. Eine Oese dünnflüssigen Eiinhaltes eines dieser letzten Eier mit 1 ccm Peptonlösung vermischt, tödtete nach intraperitonealer Injection ein Meerschweinchen nach 24 Stunden.

Die beiden im Glascylinder eingeschlossenen, nicht mit Sublimat gereinigten Eier zeigten 15 Tage nach der Impfung äusserlich keine Veränderung, liessen jedoch das Licht nicht mehr hindurchscheinen. Die Bleipapierhüllen waren besonders an den Stellen, die den Eiern dicht anlagen, theils mit schwarzen Tüpfelchen bedeckt, theils diffus geschwärzt. Von aussen war in den Cylinder kein Schwefelwasserstoff eingedrungen, da die in die Wattebäusche eingeschalteten Bleipapierstreifen unverändert geblieben. Der Eiinhalt war wie bei den übrigen nach derselben Zeit geöffneten Eiern beschaffen; der Bleipapierstreifen, der in das mit Eiflüssigkeit beschickte Kölbchen hineinragte, wurde intensiv geschwärzt. Weder im mikroskopischen Bild noch auf den Gelatineplatten und in der Peptonbouillon war eine fremde Bacterienart sichtbar.

Nach unseren bisherigen Versuchen war demnach die Schwefelwasserstoffbildung des Choleravibrio im Hühnerei ausser Frage gestellt, als die erwähnte Arbeit von Zenthöfer erschien, die besagte, dass der Kommabacillus in der Eicultur keinen Schwefelwasserstoff producire,

dass solcher vielmehr von anderen Bacterienarten entwickelt würde, die im mikroskopischen Ausstrichpräparate sich zeigten und auf aërob gehaltenen Gelatineplatten nicht zur Entwickelung kämen. Um letztere Behauptung zu stützen, hat Zenthöfer leider nur ein einziges Mal anaërobe Agarplatten im Botkin'schen Apparat aus dem Eiinhalt angelegt, und diese sind, wie er offen bekennt, »leider durch einen unglücklichen Zufall vernichtet worden«.

Da wir bei den früheren Untersuchungen niemals eine Verunreinigung der Eier durch fremde Bacterienarten im Ausstrichpräparat constatirt und deshalb auch keine anaëroben Culturen aus dem Eiinhalt angelegt hatten, so richteten wir bei den folgenden Versuchen auf letzteren Punkt unser Hauptaugenmerk, um auch diesem Einwand entgegnen zu können.

Am 12. III. wurden 6 mit Sublimat gereinigte Eier, die 5 Tage vorher unverändert im Brütschrank gestanden hatten, mit Cholerabouillon inficirt, 3 mittelst Platindraht, 3 mittelst Capillaren. 3 weitere Eier, ohne Sublimat sterilisirt, wurden inficirt und mit Bleipapier umhüllt, wieder in den Glascylinder gebracht. 2 nicht inficirte, mit Sublimat gereinigte Eier ferner wurden zur Controle mit in den Brütschrank gesetzt.

Die Cholera-Cultur, die wir zu diesen und den noch folgenden Versuchen benutzten, entstammte der letzten Berliner Epidemie. Diese Serie wurde der Osterferien wegen erst nach ca. 2 Monaten untersucht.

Am 4. V., also nach 53 Tagen wurden die mittelst Platindraht geimpften, am 8. V., also nach 57 Tagen die mit Capillaren inficirten Eier geöffnet. Alle 6 Eier waren fast vollständig geschwärzt, das Eiweiss dünnflüssig und schmutzig verfärbt. die grünschwarze Dottermasse ziemlich geschrumpft, ihre Kugelgestalt jedoch erhalten. Die Untersuchung auf Schwefelwasserstoff in der früher geübten Weise war ausnahmslos positiv. Die mikroskopischen Präparate zeigten mehr oder weniger, aber ausschliesslich Kommabacillen. Von jedem Ei wurden diesmal aërobe und anaërobe Gelatineplatten angelegt, letztere nach der Gabritschewsky'schen Methode in einer Wasserstoffatmosphäre. Auf den aëroben Platten wuchsen die Cholera-Colonien schneller und in grösserer Anzahl als auf den anaëroben, auf welchen sie erst am 2. Tage in derselben Grösse sichtbar wurden. Auf 2 anaëroben Platten war nichts gewachsen, auf den 4 anderen jedoch nur Cholera-Colonien. Von einem Ei, welches nach 53 Tagen geöffnet wurde, tödteten 2 Oesen des dünnflüssigen Inhalts mit 1 ccm Bouillon vermischt, ein Meerschweinchen nach intraperitonealer Injection nach ca. 30 Stunden.

Am 10. V., also nach 59 Tagen, wurden die 3 letzten Eier dieser Serie, die im Cylinder gestanden hatten, untersucht. Die Schale war weiss geblieben,

die Bleipapierhülle diffus geschwärzt; Schwefelwasserstoff im Innern der Eier war ebenfalls vorhanden. Mikroskopisch zeigten sich nur Choleravibrionen, ebenso keimten auf sämmtlichen aëroben und anaëroben Platten nur Cholera-Colonien aus, auf letzteren wiederum langsamer und spärlicher.

Von den beiden Controlleiern, die nun auch ca. 2 Monate im Brütschrank gestanden, hatte sich auf dem einen eine geringe Menge Schwefelquecksilber niedergeschlagen, im Innern war jedoch kein Schwefelwasserstoff nachweisbar. Weder im Ausstrichpräparate noch auf den aëroben und anaëroben Platten waren Keime gewachsen. Die Schwärzung war also durch andere Schwefelwasserstoff bildende Culturen im Brütschrank erfolgt.

Am 11. V. wurden nochmals 5 Eier mit Cholera besät, nach 7 Tagen wurden dieselben geöffnet, die Schwefelwasserstoffreaction war bei allen positiv. Die anaëroben Culturen wurden bei dieser Serie in Peptonbouillon nach der Buchner'schen Methode durch Absorption des Sauerstoffs mittelst alkalischen Pyragallols gezüchtet. Die Präparate aus diesen Bouillonröhrchen zeigten am 2., 3. und 4. Tage nur Kommabacillen, die Bouillon war mässig getrübt.

Die letzte Serie von Choleraeiern wurde am 21. V. angelegt, 3 Eier wurden nach 4 Tagen, 3 nach 15 Tagen untersucht. Ausser der Schwärzung der Schale war bei allen 6 Eiern im Innern Schwefelwasserstoff durch Bleipapier nachweisbar, ausserdem bei 4 Eiern durch Geruch. Die Ausstrichpräparate, sowie die aëroben und anaëroben Gelatineplatten zeigten Reincultur des verimpften Materials. 3 Bouillonröhrchen gaben nach 20 Stunden schöne Cholerarothreaction.

Das Ergebnis der mitgetheilten Versuche lässt sich dahin zusammenfassen:

1. Das Hühnerei ist vermöge seines hohen Nährgehaltes an genuinem Eiweiss und der erschwerten Sauerstoffverhältnisse, die denen des Darmcanals nahestehen, ein sehr geeigneter Nährboden für die Züchtung des Choleravibrio, dessen Virulenz 1 bis 2 Monate lang im Ei erhalten bleibt.

2. Bei der Züchtung des Kommabacillus im Ei findet eine starke Schwefelwasserstoffbildung statt, die trotz fortwährender Diffusion desselben durch die Eischale, wie sie das auf der Schale haftende Schwefelquecksilber und die geschwärzte Bleipapierhülle beweisen, noch nach Ablauf der Cultur im Innern des Eies durch Reaction, sowie in den meisten Fällen durch Geruch nachweisbar ist.

3. Die Gelatineplattenmethode ist für die Feststellung der Reinheit von Eiculturen durchaus zureichend, da bei Impfung

der Eier unter den beschriebenen Cautelen eine Verunreinigung durch fremde Bacterienarten ausgeschlossen ist.

Wir hatten zu den obigen Versuchen zwei verschiedene Cholera-Culturen verwendet, die eine stammte aus Massaua, die andere aus Berlin. Beide waren in ihrem Verhalten in Bezug auf Schwefelwasserstoffbildung und Erhaltung der Virulenz im Ei nicht verschieden. Was die Virulenz anderer pathogener Bacterien in der Eicultur betrifft, so wollen wir hier nur kurz erwähnen, dass dieselbe beim Fraenkel-Weichselbaum'schen Pneumococcus noch nach zwei Monaten erhalten war. Aehnliche Resultate berichtete Bunzl-Federn[1]) vom Pneumonieerreger. Der Bacillus des Schweinerothlaufs bewahrte sogar nach 3½ Monaten noch seine Lebensfähigkeit ohne besondere Veränderung des Eies.

Es zeigt sich somit, dass empfindliche Bacterienarten, die bei Luftzutritt und einer Temperatur von 38° C. sehr bald Lebensfähigkeit und Virulenz verlieren, diese Eigenschaften im Ei viel länger bewahren.

Dass eine beinahe vollständige Anaërobiose im Ei durch das Wachsthum der Choleravibrionen entsteht, ist durch quantitative Gasanalyse neuerdings von Hueppe und Fajans[2]) bewiesen worden. Dieselben zeigten ferner, »dass unter qualitativer Aenderung der Zusammensetzung der im Ei eingeschlossenen Luft die Menge derselben steigt«, was eben durch die starke Schwefelwasserstoffbildung bedingt ist.

Als sicher ist wohl nach den heutigen Erfahrungen anzunehmen, dass der Wasserstoff in statu nascendi die gemeinschaftliche Ursache für die durch die Lebenseigenschaften der Bacterien gebildeten Reductionen, sowie für die Entwickelung von Schwefelwasserstoff ist. Ob jedoch der Schwefelwasserstoff einem Spaltungsprocess der im Ei enthaltenen Schwefelverbindungen seine Entstehung verdankt oder einen directen Reductionsvorgang darstellt, wollen wir dahingestellt lassen.

Zwischen der Schwefelwasserstoffbildung und dem Reductionsvermögen seitens der Bacterien, und speciell des Choleravibrio

1) Archiv für Hygiene, 1894, Bd. XX, S. 156.
2) Archiv für Hygiene, 1894, Bd. XX, S. 372.

besteht jedenfalls ein Causalnexus, denn nach den Petri'schen Untersuchungen scheint bei einer stärkeren Nitritbildung oder weiteren Reduction zu Ammoniak eine geringere Schwefelwasserstoffbildung stattzufinden. Dies bestätigen auch die von Hellin im hiesigen Institute angestellten Versuche: Hellin fand, wenn er in Hühnereier Nitrate brachte und dieselben mit Cholerakeimen besäte, dass nach Ablauf der Cultur eine ziemlich kräftige Reduction der Nitrate zu Nitrit zu constatiren war, während kaum merkliche Spuren von Schwefelwasserstoff im Ei gebildet wurden. Wir sehen daraus wiederum, wie sehr sich das Hühnerei zur Cholera-Cultur eignet, da auch im Ei bei Zusatz von Nitraten die Choleravibrionen ihr grosses Reductionsvermögen documentiren.

Quantitative Staubbestimmungen in der Luft nebst Beschreibung eines neuen Staubfängers.

Von

Dr. med. **Carl Arens,**

Privatdocent und früherem Assistenten am hygienischen Institut.

(Aus dem hygienischen Institut in Würzburg.)

Die Literatur enthält über den Gehalt der Luft an unbelebten Staub nur wenige Angaben. Dies ist um so auffälliger, da erwiesen ist, dass durch die in der Luft suspendirten Staubpartikel, seien sie organischer oder anorganischer Herkunft, die Gesundheit des Menschen stark gefährdet ist.

Es schien mir daher lohnend, die Luft im Freien und in Fabriken namentlich auf ihren Staubgehalt quantitativ zu prüfen. Ehe ich jedoch auf die Methoden, die ich benützte und auf die Resultate, die ich gewann, näher eingehe, will ich nicht verabsäumen, die einschlägige Literatur, die sich mit der quantitativen Staubanalyse beschäftigt, anzuführen.

Literatur und Methoden.

Tyndall[1]) und Aitkin[2]) sind die ersten Forscher, die die Gegenwart von unbelebten, nicht sichtbaren Staub nachwiesen, ohne quantitative Bestimmungen mit ihren Untersuchungen zu verbinden.

---

1) Tyndall, The medical Times and Gazette, 1870, Bd. I.

2) Aitkin, Naturforscher, 1881.

Erst Tissandier[1]) hat über die wägbaren Mengen von Staub in der Luft Untersuchungen mitgetheilt. Derselbe stellte in Paris Beobachtungen über den Staubgehalt der Luft nach Niederschlägen und nach Trockenheit an; er fand, dass nach Regen nur 6 mg, nach trockenem Wetter hingegen 23 mg Staub im Kubikmeter enthalten waren. Zugleich stellte er zwischen der Stadtluft und der Landluft einen bemerkenswerthen Unterschied zu Gunsten der letzteren fest. Er fand nämlich nach Regen auf dem Lande 0,25 mg, nach anhaltender Trockenheit 5—4,5 mg im Kubikmeter.

Unter den gleichen Umständen wäre demnach die Luft in der Stadt nach Regen 24 mal, nach trockenem Wetter 5—6 mal so reich an wägbaren Staubpartikeln als die Landluft.

In Bezug auf die chemische Zusammensetzung des Pariser Staubes ermittelte Tissandier, dass derselbe aus 25—34 % organischen d. h. verbrennbaren und 66—75 % anorganischen Substanzen bestand.

Die Methode, nach der Tissandier seine Versuche machte, ist kurz folgende:

Die zu untersuchende Luft wurde langsam durch eine U-förmige Röhre geleitet, in welcher sich destillirtes Wasser befand. Zur Untersuchung kamen sehr grosse Luftmengen. Das Wasser wurde verdampft und die Gewichtsdifferenz zwischen der vor und nach dem Versuche gewogenen Röhre ergab die Menge des atmosphärischen Staubes in der durchgeleiteten Luftmenge.

Auch experimentirte derselbe Forscher so: er stellte eine mit Zinnpapier überzogene Tafel von 1 qm Oberfläche im Freien auf und sammelte den Staub, der sich auf dieser Oberfläche in 24 Stunden abgesetzt hatte. Mit dieser Methode beobachtete er ein Absetzen von 2,1—12,1 mg Staub in 24 Stunden.

Weiter hat Fodor[2]) die Literatur um eine grössere Versuchsreihe bereichert.

Fodor beobachtete die Menge des atmosphärischen Staubes vor dem Fenster des hygienischen Laboratoriums in Budapest

1) Tissandier, Les poussières de l'air, 1877.

2) Fodor, Die Luft und ihre Beziehungen zu epidemischen Krankheiten, Budapest 1881.

5 m über dem Strassenniveau, ununterbrochen vom September 1878 bis Ende Oktober 1879 in Zwischenräumen von 5—10 Tagen.

In diesen Zwischenräumen aspirirte er jedesmal 5—15 Kubikmeter der zu untersuchenden Luft durch einen gewogenen Apparat, der den Staub zurückhielt. Im Durchschnitt fand er auf diese Weise während 13½ Monate im Kubikmeter Luft 0,4 mg Staub.

Ferner machten Hesse[1]) und Uffelmann[2]) quantitative Staubbestimmungen in Fabriken und Wohnräumen. Hesse hat vom Juli 1880 bis Januar 1881 eine Anzahl von Arbeitsräumen auf ihren Staubgehalt geprüft. Die Versuche wurden in der Weise ausgeführt, dass mittels eines Tropfenaspirators die Luft durch ein mit Baumwolle gefülltes Glasröhrchen gesaugt wurde. Eine eingeschaltete Gasuhr mass die durchgesaugte Luftmenge. Die Glasröhrchen mit der Baumwolle oder mit Baumwolle und Staub wurden erst nach mehrtägigem Trocknen über konzentrirter Schwefelsäure gewogen. Die Dauer der einzelnen Versuche wurde mindestens so lange ausgedehnt, bis eine Gewichtszunahme zu erwarten war; in der Regel einige Tage. Die Versuche fanden nur während der Arbeitszeit statt.

Nach Uffelmann beträgt die Menge des Staubes der Aussenluft pro Kubikmeter 6,5 mg, die der Luft seines sehr fleissig gelüfteten Wohnhauses 16,6 mg; die benützte Methode gibt genannter Forscher nicht an.

Eigene Versuche.

Fabriken und Wohnräume.

Wie aus den Literaturmittheilungen ersichtlich, haben die genannten Autoren, soweit eine Angabe der Methode aufzufinden war, vermittelst einer Gasuhr, die ausserordentlich langsam durch ein Filter passirende Luftmenge bestimmt. Theilweise hat man sich sogar begnügt, nur die Menge des Staubes, der sich in einer gewissen Zeit auf einer Fläche von 1 qm absetzt, zu wiegen, ohne

1) Hesse, Dingler's Polytechnisches Journal, 1881.
2) Uffelmann, Handbuch der Hygiene. — Archiv f. Hygiene, Bd. VIII.

annähernd berechnen zu können, aus welchem Luftquantum der abgesetzte Staub stammte.

Um mir eine leichtere Anordnung der Versuche und bequemere Ausführung derselben zu gestatten, ohne auf das Untersuchen grösserer Luftmengen verzichten zu müssen, habe ich im Verein mit Herrn Prof. Lehmann folgenden Apparat konstruirt.

Aus luftdichtem Stoff, wie er benutzt wird zur Anfertigung von Behältern für leicht diffundirbare Gase, Sauerstoff, Wasserstoff u. s. w. habe ich mir einen blasebalgähnlichen Apparat herstellen lassen. Das Ventil zum Einsaugen der Luft, wie es bei Blasebälgen sonst vorhanden, fehlt; statt dessen ist an der Ausgangsöffnung eine Y-förmige Röhre angebracht, deren beide Schenkel mit je einem luftdicht schliessenden Hahn, den man beliebig schliessen und öffnen kann, versehen sind. Es hat dieses den Zweck, durch einen geöffneten Hahn bei Verschluss des andern den Apparat mit Luft zu füllen. Die Entleerung des Apparates tritt dadurch ein, dass durch Druck beim Oeffnen des vorher geschlossenen Hahnes und Schliessen des vorher geöffneten, die Luft entweicht. Der Inhalt dieses Blasebalges beträgt mit der Gasuhr gemessen, ca. 5 l. Die absolute Dichtigkeit der Nähte, namentlich aber der Fugen, in die der luftdichte Stoff am oberen und unteren Brette des Blasebalges eingesetzt ist, prüfte ich dadurch, dass ich mit kleinblasigem Seifenschaum besagte Stellen überstrich, den Blasebalg mit Luft füllte, beide Hähne verschloss und nun beobachtete, ob auf Druck an irgend einer der beschmierten Stellen sich Blasen bildeten. Der Blasebalg war absolut dicht. Es war von Wichtigkeit, dies zu konstatiren, um jeglichen Verlust an aspirirter Luft zu vermeiden. Der Apparat ist von der Firma Leiboldt in Köln nach Angabe verfertigt worden.

Zum Zurückhalten des Staubes verwandte ich in ähnlicher Weise wie Hesse eine 8—10 cm lange an einem Ende ausgezogene Röhre von der Dicke eines Reagenzglases.

Als Filtermaterial bediente ich mich mit Vortheil locker gezupfter Baumwolle in 3—4 cm dicker Schicht; kleinste, lockere Baumwollfädchen wurden durch kräftiges Blasen durch das Glas

entfernt, um durch spätere Aspiration derselben Gewichtsabnahme zu verhindern.

Mit einem dickwandigen kurzen Kautschukschlauch wurde der ausgezogene Theil der Glasröhre mit der Oeffnung einer der am Blasebalg befindlichen Hähne verbunden. In der vorher beschriebenen Weise geschah die Aspiration und Entleerung durch Oeffnen und Schliessen der Hähne. Es gelingt leicht vermittelst dieses Blasebalges durch das Filter in der Zeit von $^1/_2$—$^3/_4$ Stunden 200 l Luft zu aspiriren.

Um mich zu überzeugen, dass thatsächlich sämmtliche Staubpartikel der die Filterwatte passirenden Luft zurückgehalten wurden, schaltete ich zwischen Filter nnd Blasebalg ein Reagenzglas ein. Ein doppelt durchbohrter Gummistopfen, in dem eine kurze und eine bis auf den Boden des Reagenzglases gehende Glasröhre steckten, verschloss die Mündung. Am Boden des Reagenzglases befanden sich 10 ccm destillirten Wassers. Wenige Beobachtungen genügten, um zu bestätigen, dass selbst Luft, die künstlich mit Staub geschwängert wurde, bei der Aspiration sämmtlichen Staub in den Wattefilter absetzte, ohne im Wasser noch Staubpartikel zu hinterlassen.

Nach 48 stündigem Aufenthalt über konzentrirter Schwefelsäure wurden vor der Verwendung die Filter mit Watte schnell gewogen und nach Vollendung des Versuches äusserlich gesäubert, getrocknet und wieder gewogen. Das Hineinfallen von Staubpartikeln während des Transportes verhinderte eine übergezogene Gummikappe.

Im Nachstehenden gebe ich eine Uebersicht der von mir gesammelten Resultate nebst Angaben über die mikroskopischen Bestandtheile, sowie über die Pathogenität des Staubes bei Einbringen desselben in eine Hauttasche eines Versuchsthieres

I. Wohnzimmer.

Gut gelüftet, keine Teppiche, zwei Erwachsene bewegen sich zuweilen im Zimmer, Zimmer ungeheitzt.

500 l verursachen keine Gewichtszunahme.

Versuchsdauer 1 $^1/_2$ Stunden.

II. Schulzimmer.

In zwei Zimmern je zwei Versuche während des Unterrichts zwischen 9—10 Uhr Morgens im Winter, bei Anwesenheit von ungefähr 50 Schulkindern in jedem Raum. Luftheizung.

100 l = 0,8 mg
1 cbm = 8 mg

in jedem Zimmer.

III. Laboratoriumsraum.

Versuch im hygienischen Institut.

Im Raume mit Ausnahme vom Hin- und Hergehen weniger Personen, keine besondere Staubentwickelung, noch weniger Belästigung.

500 l = 0,7 mg
1 cbm = 1,4 mg.

IV. Rosshaarspinnerei.

Raum, in dem drei Maschinen die Haare fachen. Vier Exhaustoren aspiriren die Luft aus dem Raum; verhältnismässig wenig Staubentwickelung in Mannshöhe, da direct von den Maschinen eine Wolke von Staub in die Exhaustoren hineingezogen wird, um in's Freie befördert zu werden.

200 l = 2 mg
1 cbm = 10 mg.

V. Sägewerk.

1. Versuch: Während der Arbeit. Viel Staub im Raum sichtbar; derselbe macht sich durch Trockenheit der Schleimhäute und Brennen derselben sehr bemerkbar.

100 l = 1,7 mg
1 cbm = 17 mg.

2. Versuch: unter denselben Verhältnissen.

100 l = 1,5 mg
1 cbm = 15 mg.

VI. Kunstwollfabrik.

1. Versuch: Im Reissraum. Während des Arbeitens von acht Reisswölfen. Die Lumpen, die verarbeitet werden, sind geölt.

Ventilation des Raumes durch Exhaustoren. Sehr geringe Belästigung durch Staub, nur in unmittelbarer Nähe der Reisswölfe.

100 l = 0,7 mg
1 cbm = 7 mg.

2. Versuch: Im Schneideraum derselben Fabrik. Die Lumpen werden trocken auf Tischen mit Scheeren zerschnitten. Bedeutende Staubentwickelung, keine Exhaustoren im Betrieb.

100 l = 2 mg
1 cbm = 20 mg.

VII. Mahlmühle.

Dicke staubige Atmosphäre während des Betriebes dreier Mahlgänge; keine besondere Belästigung durch den vorhandenen Staub.

1. Versuch:	100 l	=	2,8 mg
	1 cbm	=	28 mg.
2. Versuch:	100 l	=	2,2 mg
	1 cbm	=	23 mg.

VIII. Eisengiesserei.

1. Versuch: Im Formraum nach Befeuchtung des Formsandes, vor dem Formen. Deutliche Staubentwickelung im Raum nicht wahrnehmbar. Nach ½stündigem Aufenthalte im Raum geringe Staubablagerung auf der Nasenschleimhaut. Keine Reizerscheinungen seitens der Schleimhäute. 15 Arbeiter in Thätigkeit.

200 l = 1,6 mg
1 cbm = 8 mg.

2. Versuch: Dieselben Verhältnisse, wie oben angegeben, nur ist im Raum mehrere Stunden vorher nicht gearbeitet worden und wird auch während des Versuches nicht gearbeitet.

200 l = 0,3 mg
1 cbm = 1,5 mg.

3. Versuch: Ebenda.

Nur wenige Arbeiter mit Formen beschäftigt. Der Staubgehalt ruft keine subjectiven Beschwerden der Schleimhaut der oberen Respirationswege hervor. Nach ¾stündigem Aufenthalte bedeutende Ablagerung von Staub auf der Nasenschleimhaut.

200 l = 2,5 mg
1 cbm = 12 mg.

4. Versuch: Ebenda.

15—20 Arbeiter mit Formen beschäftigt. Staubentwickelung sichtbar. Längerer Aufenthalt im Raum macht sich durch Kratzen im Halse und durch Niesen bemerkbar. Deutlicher schwarzer Niederschlag in dem oberen Theil des Filters.

125 l = 3,5 mg
1 cbm = 28 mg.

IX. Schnupftabakfabrik, Mahlraum.

1. Versuch: Vor dem Mahlen in dem Raume klare, nicht staubige Luft; keine subjectiven Beschwerden. Auf der Nasenschleimhaut dicker, viele gröbere Partikelchen enthaltender Niederschlag. Niesreiz.

100 l = 1,6 mg
1 cbm = 16 mg.

2. Versuch: Während des Mahlens, nach längerem Gange der Mühle. Intensive Staubentwickelung, die Thränen der Augen und heftigen Niesreiz hervorruft. Grosse Mengen schwarzbraunen Niederschlags in der Nase und in dem ausgeräusperten Sputum.

100 l = 7,2 mg
1 cbm = 72 mg.

X. Cementfabrik. Im Cementmahlraum.

Der ganze Raum mit einer dicken Staubwolke angefüllt. Beim blossen Betreten des Raumes sehr unangenehme Einwirkung des Staubes auf die Augen und die Schleimhaut der oberen Respirationswege. Die Staubentwickelung ist so stark, dass das Erkennen entfernter Gegenstände schwer wird.

1. Versuch während einer Arbeitspause:

100 l = 13 mg
1 cbm = 130 mg.

2. Versuch: Die obigen Verhältnisse sind durch Arbeiten zweier Mühlen bedeutend gesteigert.

100 l = 22,4 mg
1 cbm = 224 mg.

In folgender Tabelle stelle ich die gewonnenen Resultate nochmals übersichtlich zusammen:

Ort	Gef. in cbm
	mg
1. Wohnzimmer	—
2. Laboratorium	1,4
3. Schulzimmer	8
4. Rosshaarspinnerei	10,0
5. Sägewerk, I. Versuch	17,0
II. Versuch	15,0
6. Kunstwollfabrik (Reissraum)	7,0
7. Kunstwollfabrik (Schneidraum)	20,0
8. Mahlmühle, I. Versuch	28,0
II. Versuch	22,0
9. Eisengiesserei 15—20 Arbeiter, I. Versuch	28,0
II. Versuch, vorher nicht gearbeitet	1,5
III. Versuch, wenige Arbeiter	12,0
IV. Versuch während der Arbeit, nach Befeuchtung des Formsandes	8,0
10. Schnupftabakfabrik, I. Versuch	72,0
II. Versuch, vor dem Mahlen	16,0
11. Cementfabrik, I. Versuch, während der Arbeit	224,0
II. Versuch, während einer Arbeitspause	130,0

Im Vergleich hierzu fand Hesse:

Ort	pro cbm
	mg
1. Wohnhaus, Studierzimmer	—
2. Wohn- und Kinderzimmer	1,6
3. Bildhauerei: Halb im Freien stehende Werkstatt	8,73
4. Kohlengrube	14,3
5. Papierfabrik	a) 22,9 b) 24,9
6. Mahlmühle	47,0
7. Eisengiesserei, Putzraum	71,7
8. Filzschuhfabrik, Fachraum	175,0

Meine Versuche habe ich sämmtlich in Manneshöhe vorgenommen, um die direkte Beziehung der Staubmenge zu Mund und

Nase der Arbeiter zu haben. Hesse hingegen hat seine Versuche in verschiedener Höhe angestellt. Trotzdem sind die Resultate der Untersuchungen, die wir in gleichen Getrieben angestellt haben, fast übereinstimmend; so differirt z. B. das in dem Hadernsaal einer Papierfabrik gewonnene Resultat ein wenig mit meinem in dem Hadernsaal einer Kunstwollfabrik gefundenen. Genaue, allgemein gültige Werthe werden sich selbstverständlich nie ermitteln lassen, da der Staubgehalt zu bedeutenden Schwankungen unterworfen ist. Derselbe wird sich in erster Linie nach der Arbeitsdauer richten. Nach Beginn der Morgenarbeit wird er ansteigen bis zur Mittagspause, dann fallen bis zur Wiederaufnahme der Arbeit und vor Schluss der Tagesarbeit seinen Höhepunkt erreichen. Zweitens wird die feuchte oder trockene Beschaffenheit des verarbeiteten Materials von grossem Einfluss sein. Hier sind die Durchschnittszahlen vieler noch anzustellenden Untersuchungen von einigem Werth; einstweilen können wir nur von der geringsten und höchsten gefundenen Menge reden.

Wo solch hohe Schwankungen in dem Staubgehalt der Luft nicht vorkommen, wie in Fabriken, lassen sich jetzt schon nach den von Hesse und mir angestellten Ermittelungen Durchschnittszahlen angeben. Ich meine unsere Wohnräume. In genauer Uebereinstimmung stehen hier unsere Resultate denen Uffelmann's gegenüber. Hesse fand im Studirzimmer 0, ich 0; Hesse im Wohnzimmer 1,6 mg, ich im Laboratorium, das dieselben Verhältnisse bietet wie ein Wohnzimmer 1,4 mg, Uffelmann 16,8 mg, pro Cubikmeter.

Es würde nach meinen Untersuchungen der Staubgehalt eines Wohnzimmers, wie ihn Uffelmann gefunden hat, ungefähr den Verhältnissen in einer Sägemühle entsprechen; derselbe würde höher sein pro Cubikmeter als in einer Eisengiesserei während der Thätigkeit weniger Arbeiter und etwas geringer als in einer Mahlmühle und Kunstwollfabrik, in der die Lumpen trocken zerschnitten werden. Ich stehe deshalb nicht an nach den in Uebereinstimmung mit Hesse gewonnenen Zahlen, die 16,8 mg Staubgehalt pro Cubikmeter seines Wohnhauses als bedeutend zu hoch gegriffen anzusehen.

Neben diesen verhältnismässig wenigen Bestimmungen über den Staubgehalt habe ich zu gleicher Zeit sowohl eine mikroskopische Untersuchung der verschiedenen in die Luft und von dort in die Respirationswege gelangenden Staubtheilchen, sowie Versuche angestellt, ob der gesammelte Staub bei subcutaner Impfung eines Thieres Eiterung zu erregen im Stande sei.

Eigentlich wären hier Inhalations-Versuche am Platze, die naturgetreuer uns über eventuelle pathologische Veränderungen der Respirationsorgane, namentlich der Lungen, Aufklärung verschaffen würden. Wegen der Schwierigkeit solcher Versuche begnügte ich mich einstweilen mit der Impfung an Thieren, um zu constatiren, ob, wenn ein Schluss vom Thiere auf den Menschen in dieser Beziehung erlaubt ist, ein mit einer Wunde Arbeitender der Gefahr einer Infection, d. h. im engeren Sinne einer Eiterung ausgesetzt ist.

Sowohl zur Mikroskopie als zur Prüfung der Pathogenität sammelte ich den Staub in Manneshöhe so, dass ich auf einen Bogen reinen Glanzpapieres den Staub absitzen liess und von dem Bogen direct in ein gereinigtes Reagenzglas zur weiteren Untersuchung brachte.

Zur Ermittlung, ob der fragliche Staub Abscesse bildet, brachte ich in die Hauttasche eines Kaninchens oder einer weissen Maus eine geringe Menge ein und beobachtete täglich bis zur Abheilung. Bei eventuell eingetretener Abscedirung suchte ich durch kulturelles Verfahren die uns bekannten Eitererreger nachzuweisen. Zwei bis drei Thiere wurden jedesmal zu einem Versuch verwandt, d. h. mit derselben Staubart inficirt.

A. Laboratoriumsraum.

Mikroskopisch: Gefärbte und ungefärbte Baumwollfasern, Pilzhyphen und Sporen, Steinkohletheilchen, einige Bröckchen pflanzlicher Abkunft und verschiedene nicht genauer zu diagnosticirende Gebilde. Impfung an Kaninchen resultatlos. Eine mit dem Staub geimpfte weisse Maus geht an malignem Oedem zu Grunde.

Der Staub des Schul- und Wohnzimmers wurde wegen der Aehnlichkeit mit dem Laboratoriumsstaub nicht weiter untersucht.

B. Rosshaarspinnerei.

Mikroskopisch: Verschieden gefärbte Fragmente von Haaren ungleicher Länge, darunter Pilzhyphen und offenbar kleinste trockene Fleischtheilchen, Epidermisschüppchen und Partikelchen pflanzlicher Herkunft.

Es bildet sich bei subcutan geimpften Kaninchen nach drei Tagen ein scheinbar äusserst schmerzhafter Abscess, der die darüberliegende Haut halbkugelig aufgetrieben hat. Die Oberfläche des Abscesses fühlt sich sehr prall an. Bei Einstechen in denselben entleert sich zuerst unter Zischen eine Portion übelriechenden Gases, worauf dicker, breiiger Eiter folgt.

Aus dem Eiter liess sich Staphylococcus pyogenes aureus und Bacillus pyogenes foetidus züchten.

C. Sägewerk.

Mikroskopisch: Sehr vereinzelt isolirte Holzfasern, meistens in Bündeln. Die einzelnen Stückchen sind ausserordentlich eckig, zeigen theilweise sogar sehr unregelmässige gekrümmte, hakige Vorsprünge. Verschiedene Holzarten lassen sich nicht genau bestimmen, nur unterscheidet man einzelne Stäubchen, die offenbar von der Rinde stammen.

Bei zwei geimpften Versuchsthieren heilt der Holzstaub reactionslos ein.

D. Kunstwollfabrik.

Staub gesammelt im Lumpenschneidraum.

Mikroskopisch besteht der gesammelte Staub vorwiegend aus Gespinnstfasern, darunter vorherrschend Wolle und Baumwolle; zumeist gefärbte, weniger ungefärbte Fasern, vereinzelt Leinwand und Seide. Die Fasernfragmente sind oft ausserordentlich kurz. Im Präparat finden sich ab und zu auch Epidermisschuppen, sowie Kohlenpartikel.

Zwei subcutan geimpfte Kaninchen bekommen Abscesse, aus denen Staphylococcus pyogenes aureus und albus gezüchtet wird. Abheilen des Abscesses nach 6 resp. 8 Tagen ohne besondere Gewichtsabnahme der Thiere.

E. Mahlmühle.

Mikroskopisch: Zumeist feingekörnte fest zusammengeballte Massen (Kleberzellen?) und Stärkekörnchen, die gewöhnlich in die körnigen Massen eingelagert sind. Pflanzenparenchymtheilchen, Leinwandfasern und Calciumcarbonatstückchen.

Bei zwei Versuchsthieren stellt sich nach 5 Tagen Abscessbildung ein, aus denen Staphylococcus pyogenes aureus in Reincultur gezüchtet werden kann. Sehr langsame Abheilung des Abscesses, dessen Ränder nekrotisch werden, bei starker Gewichtsabnahme der Thiere (bis 200 g).

F. Eisengiesserei.

Mikroskopisch: Feinste Holzkohlenstäubchen, vermischt mit Graphit und Quarzsandpartikeln, vereinzelte Steinkohlen- und kleinste Eisentheilchen.

Eine subcutan verimpfte Menge heilt bei zwei Thieren reactionslos ein, wahrscheinlich wirkt der hohe Hitzegrad, dem diese Staubpartikelchen durch den Akt des Giessens öfters ausgesetzt sind, geradezu als trockene Sterilisation.

G. Schnupftabakfabrik.

Mikroskopisch: Nach Aufhellen mit Kalilauge aus Pflanzenparenchym des Tabaks untermischt mit Leinwandfasern, die von der Verpackung herrühren, bestehend. (Auch hier finden wir kleinste Steinkohlenpartikel und einzelne Holzfasern.)

Subcutan verimpft entsteht nach drei Tagen ein sehr schmerzhafter Abscess, der beim Oeffnen reichlich Eiter entleert, aus dem der Staphylococcus pyogenes aureus leicht und zumeist gezüchtet werden kann. Sehr langsames Abheilen dieses Abscesses unter sichtlicher Abmagerung des Versuchsthieres.

H. Cementfabrik.

Mikroskopisch: Meistens undurchsichtige, unregelmässige, anorganische Partikel. Die Partikel sind theilweise kantig und spitz. Calcium-Carbonat-Stückchen.

Impfungen auf Versuchsthiere resultatlos.

Wichtiger als diese vorgenommenen Untersuchungen sind die Mengen des Staubes, welche ein Arbeiter einzuathmen gezwungen ist.

Wenn wir den Luftverbrauch eines Mannes durchschnittlich auf 500 l pro Stunde, die tägliche Arbeitszeit auf zehn Stunden annehmen, so wird derselbe am Tage genöthigt seine 5 cbm der verunreinigten Luft des Arbeitsraumes einzuathmen; 300 mal soviel in einem Jahre, dasselbe zu 300 Arbeitstagen gerechnet. Nach dem Gewicht geordnet beläuft sich die Menge des täglich eingeathmeten Staubes der Luft der von mir untersuchten industriellen Einrichtungen und Wohnräumen auf Gramm[1]). In

	1 Tag	1 Jahr
1. Wohnzimmer (beliebiger Aufenthalt) . .	—	—
2. Schulzimmer (3 cbm)	0,0024	—
3. Laboratorium 4 cbm)	0,0056	—
4. Rosshaarspinnerei	0,05	15,0
5. Sägewerk	0,09	27,0
6. Kunstwollfabrik (Schneidraum)	0,1	30,0
7. Mahlmühle	0,125	37,5
8. Eisengiesserei	0,14	42,0
9. Schnupftabakfabrik	0,36	108,0
10. Cementfabrik	1,12	336,0

Beim Zusammenfassen der erzielten Resultate fällt besonders der Staubgehalt der Luft sowohl, als die eingeathmete Menge, in der Schnupftabak- und Cementfabrik auf. Weniger, aber noch mit respektabler Menge folgen sodann die übrigen.

Wenn wir über die Schädlichkeit eines Staubes ein Urtheil fällen, so sind wir gezwungen viererlei zu berücksichtigen:

1. Ist der Staub direct giftig,

2. welcher Struktur sind die Staubpartikel,

3. ist der Staub infolge seiner Herkunft besonders geeignet der Träger specifischer Infectionserreger zu sein und

4. ist ein relativ unschädlicher Staub, in grossen Mengen eingeathmet, schädlich.

---

1) Hier ist nur der während der Arbeit ermittelte Staubgehalt verwerthet.

Unter die erste Rubrik fällt keiner meiner Versuche, unter die zweite können wir Sägewerk, Cementfabrik, Eisengiesserei einstellen; unter die dritte Kunstwollfabrik und Rosshaarspinnerei; Schnupftabakfabrik und Mahlmühle unter die letzte.

Geardezu haltlos und jeder Beschreibung Hohn sprechend sind die Verhältnisse, unter denen ein Arbeiter sein tägliches Brod in dem Mahlraum einer Cementfabrik verdienen muss. Es nimmt deshalb nicht Wunder, dass eine grosse Anzahl von Haus aus nicht kräftiger Arbeiter, durch tägliche Inhalation einer geradezu staubgeschwängerten Luft, nach wenigen Jahren krank die Arbeit einstellen muss.

Wie mir Herr Dr. Bauer in K. mittheilte, ist eine Affektion der oberen Respirationswege und der äusseren Gehörgänge bei den Arbeitern dieser Fabrik sehr häufig. Es besteht dieselbe in Inkrustationen, besonders in der Nase, die sie oft vollständig unwegsam gemacht haben. Ebenfalls sind die Gehörgänge mit solchen Inkrustationen theilweise ausgekleidet.

Dies ist wohl die einzige in der Literatur noch nicht häufiger beschriebene Schädigung, die ich beobachten konnte; die Schädlichkeit und Gefährlichkeit der anderen Staubarten ist unter dem Sammelnamen »Gewerbekrankheiten« hinlänglich bekannt geworden.

Versuche im Freien.

Als ich mit dem Saugapparate dazu schritt, den Staubgehalt der Luft im Freien quantitativ zu bestimmen, sah ich schon nach einigen Versuchen das Zwecklose des ganzen Verfahrens ein. Ich untersuchte einmal 400 Liter bei trübem, bewölktem Wetter und trockenem Boden, Windstärke 4 und sichtbarer Staubentwickelung; ein anderes Mal nach sehr geringem Regen bei gleicher Windstärke, fast trockenem Boden und sehr geringer Staubentwickelung 500 Liter ohne eine Gewichtszunahme des Filterröhrchens konstatiren zu können. Wenn nicht gerade ein Windstoss Staub aufwirbelt, ist eben der Staubgehalt der Luft im Freien im Vergleich zu dem in Fabriken meist so gering, dass erst die Untersuchung sehr grosser Luftmengen wägbare Resultate liefert.

Nach diesen wenig versprechenden Versuchen galt es, eine Methode zu finden, die die Untersuchung der Luft auf ihren Staubgehalt zuliess, an irgend einem Orte mit Verzicht auf die Aspirationsmethode. Der Staub musste vermittelst irgend eines Gegenstandes aufgefangen werden, und dieser auffangende Gegenstand musste eine Form haben, die einen Vergleich mit dem menschlichen Körper in specie der Oberfläche des Gesichts gestatte. Diese Form bietet der Cylinder und die Kugel; ersterer besser als letzerer. Gelingt es also auf einer Cylinderoberfläche von beiläufig dem Inhalte des menschlichen Gesichts den Staub, der in 1 Stunde mit demselben in Berührung kommt, zu fixiren, abzuspülen und zu wiegen, so war die Menge des mit dem Gesicht in Berührung kommenden Staubes direkt bestimmt. Die Umrechnung auf die Gesammtoberfläche ist ein einfaches Multiplikationsexempel.

Was nun die Substanz anlangt, mit der der Cylindermantel bestrichen werden sollte, damit die Staubpartikelchen ihm anhafteten, so probirte ich nach dem Vorbild Anderer Glycerin und Lävulose. Jedoch scheiterten diese Versuche an der gründlichen Isolirung des Staubes aus diesen Menstruen zur Wägung. Von sehr gutem Erfolge war ein Versuch, in dem ich reines Schweineschmalz zum Bestreichen des Cylinders wählte, was mich veranlasste, dasselbe zu allen Versuchen zu benutzen Es hat diese klebrige Substanz den Vorzug, dass sie erstens leicht durch Filtration im Heisswasser-Trichter vollständig von allen Verunreinigungen befreit und zweitens ausserordentlich gründlich von einer mit derselben bestrichenen Fläche sammt den daran haftenden Staubtheilchen durch einen Aetherstrahl gelöst und abgespült werden kann.

Als Cylinder benutzte ich Bechergläser mit einem Mantel von 400 qcm Inhhalt; es dürfte dieser Inhalt ungefähr der blossen Oberfläche des menschlichen Gesichts entsprechen.

Die Vorbereitung und Ausführung eines Versuches gestaltete sich folgendermaassen.

Der Mantel zweier solcher Bechergläser wurde mit einem sorgfältig gereinigten breiten Pinsel mit frisch filtrirtem Schweinefett in dünner Schicht bestrichen, auf einen Teller gesetzt und durch

Ueberstülpen eines grösseren Becherglases vor Verunreinigung von aussen geschützt.

In Manneshöhe wurden, an Ort und Stelle transportirt, dieselben über eine Holzscheibe gestülpt, die auf je einem in die Erde gesteckten Pfosten angebracht war. Die Versuche wurden nach bestimmter Zeit abgebrochen und das Material jedesmal mit grösstmöglichster Sorgfalt gegen Verunreinigung während des Transportes zur weiteren Behandlung in's Laboratorium verbracht. In gut gereinigte Porzellanschalen wurde das Fett sammt dem anhaftenden Staube mit dem sehr feinen Strahl einer Aetherspritzflasche gelöst und abgespült. Schon vorher hatte ich einen grösseren Vorrath quantitativer Filter im Soxleth'schen Aether-Extraktionsapparat entfettet, einzeln in Wegegläschen verbracht und nach vorgeschriebener Weise getrocknet und gewogen.

Auf ein so vorbereitetes Filter wurde der Fett- und staubhaltige Aether aus der Schale gewaschen, die gröberen, noch nicht gelösten Fettbröckchen vollends gelöst und der Filter etwas ausgewaschen; der Rand wurde etwas umgebogen, um das Herausfallen der Staubpartikel zu verhindern und das Fett wieder im Extraktionsapparat 10—12 Stunden vollständig extrahirt. Die entfetteten Filter mit dem in denselben befindlichen Staube wurden durch gelindes Erwärmen im Wägegläschen von Aether befreit, über Schwefelsäure getrocknet und gewogen. Auf diese Weise kann man die Staubmenge frei von anderen Beimischungen leicht und sicher bestimmen.

Hiermit ist uns aber nicht bekannt geworden, wie viel Staub in Milligramm während des Versuches im Kubikmeter Luft vorhanden gewesen sein mag. Unter allem Vorbehalt gebe ich eine Berechnung an, die noch nicht den Anspruch auf Exaktheit machen kann, gegen die jedoch theoretisch keine Bedenken zu erheben sind und die praktisch zur Erzielung grösster Genauigkeit verwendet werden dürfte, sobald das den Cylinder passirende Luftquantum genau bestimmt werden kann. Vermittelst eines Robinson'schen Schalenkreuz-Anemometer mit Zählwerk, das mir leider nicht zur Verfügung stand, liess sich dies ohne weiteres erreichen.

Zu meinen Beobachtungen standen mir die meteorologischen Aufzeichnungen des hiesigen physikalischen Instituts zur Verfügung, wofür ich Herrn Prof. Röntgen an dieser Stelle meinen besten Dank abstatte. Diesen Tabellen entlehne ich auch die Angaben über die Windstärke am Morgen oder Mittag des Versuchstages. Leider sind die meteorologischen Bezeichnungen der Stärke des Windes in der Beaufort'schen Skala in viel zu weite Grenzen gefasst, und der Subjektivität des Beobachtenden zu sehr unterstellt; es schwankt beispielsweise bei Windstärke 2 die Geschwindigkeit zwischen 0,5—4,0 m pro Sekunde. Ich kalkulirte, dass die Geschwindigkeit näher an 0,5 m als an 4,0 m läge, also durchschnittlich ungefähr 1,0 m pro Sekunde bei der meteorologischen Bezeichnung Windstärke 2 habe.

Bei Windstärke:

$$\begin{matrix} 4 \\ 6 \end{matrix} \text{ durchschnittlich } \left.\begin{matrix} 4{,}5 \\ 7{,}5 \end{matrix}\right\} \text{ Meter pro Secunde.}$$

Ich bin fest überzeugt, dass diese Durchschnittswerthe in der That noch zu hoch gegriffen sind. An vollständig windstillen Tagen habe ich keine Versuche angestellt, da ich mich dafür interessirte, den von der Strasse aufgewirbelten Staub im Cubikmeter Luft in einiger Entfernung der Strasse, wo die gröbsten Partikel schon wieder zu Boden gesunken waren, festzustellen.

Gerade zu der nun folgenden Berechnung eignet sich die Cylinderform wieder ausgezeichnet. Nach dem Stabilitätsgesetz beträgt die Luftmenge M, die einen Cylinder von h Höhe und $2\,r$ Durchmesser mit einer Geschwindigkeit v passirt:

$$M = \frac{2}{3} v F.$$

$F =$ dem Achsenschnitt des Cylinders, $v =$ der Geschwindigkeit der Luft in Meter pro Secunde.

$^2/_3 =$ ein empirischer Factor. Die passirende Luft kommt nur mit $^2/_3$ der Fläche des Achsenschnittes in Berührung.

Da die von mir angewandten Cylinder 16 cm Höhe und 8 cm Durchmesser haben, so ist:

$$F = 128 \text{ qcm}.$$

Es würde nach obiger Gleichung bei einer Geschwindigkeit von 1,0 m pro Sec. eine Luftmenge von

$$\frac{2 \cdot 128 \cdot 100}{3} = 8{,}5 \text{ l p. Sec.}$$

mit dem Cylindermantel in Berührung kommen.

Um Verluste an auffangender Fläche zu vermeiden, musste der ganze Cylindermantel mit Fett bestrichen werden; von welcher Richtung der Wind gelegentlich kommt, ist für die Berechnung irrelevant, da *F* eine constante Grösse ist. Alle meine Versuche erstreckten sich auf die Dauer einer Stunde; es lässt sich daher direct die Anzahl von Cubikmeter Luft, die ihren Staub ablagerten, nach den angenommenen Geschwindigkeiten wie folgt bestimmen:

Bei Windgeschwindigkeit pro Sec. in m	passiren den Cylinder Ltr. Luft pro Sec.	pro Stunde cbm
1,0	8,5	30,5
4,5	38,0	136,5
7,5	64,0	230,0

Folgendes Beispiel möge die Berechnung der Staubmenge in 1 cbm Luft unter Anwendung obiger Erwägungen illustriren: Windstärke 4; 20,3 mg Staub auf dem ausgesetzten Cylinder, Versuchsdauer 1 Stunde; es haben also bei 4,5 m mittlerer Geschwindigkeit der Luft pro Secunde in einer Stunde 136,5 cbm 20,3 mg Staub enthalten, also:

$$1 \text{ cbm } \frac{20{,}3}{136{,}5} = 0{,}14 \text{ mg.}$$

In einem Zeitraum von 16 Monaten stellte ich, möglichst gleichmässig auf die einzelnen Monate vertheilt, Versuche über den Staubgehalt der Luft in Manneshöhe an einem Orte an, der an verkehrsreicher Strasse liegt und der den hier vorherrschenden westlichen Winden besonders günstig gelegen ist. Derselbe befindet sich gegenüber der Klinikgasse am Glacis, vielleicht 10 Schritte in die Glacisanlagen hinein, von der Fahrstrasse circa 18 Schritte entfernt.

Nachfolgende Tabelle enthält die Resultate mit jedesmaliger Angabe über vorhergegangene Niederschläge resp. Trockenheit, etwaige Nebel, den Feuchtigkeitsgehalt, die Lufttemperatur und die vorherrschende Windstärke.

Monat, Jahr	Temperatur	Feuchtigkeit	Windrichtung	Bewölkung	Auf den Cylinder in 1 Stunde abgelagerte Staubmenge in mg	Staubmengen in mg berechnet auf 1 cbm	Bemerkungen
März 1892	+ 1,9	78	W. 2	ganz bewölkt	1,1	0,03	Sehr trübes Wetter, geringer Schnee. Gar keine Staubentwickelung.
März 1892	+ 3,5	44	W. 4	ganz bewölkt	93,0	0,7	2 Tage vor dem Versuch sehr geringe Schneemengen, am Tage des Versuches ist der Boden vollständig trocken, so dass ziemlich starke Staubmengen, die belästigend wirken, aufgewirbelt werden.
März 1892	8,1	66	W. 2	ganz bewölkt	1,8	0,06	Am Abend vorher geringer Regen und Schnee. Boden schwach angefeuchtet. Kein Staub sichtbar.
April 1892	23,5	24	E. 2	ganz wolkenlos	9,7	0,3	Seit 8 Tagen schönes heiteres Wetter bei schwachen Ostwinden. Nachts öfter Nebel. Während des Versuches sehr geringer Staub sichtbar. Boden trocken.
April 1892	15,1	38	SW. 4	ganz bewölkt	1,4	0,01	10 Tage vorher fast täglich Regen, am Tage vor dem Versuche kein Niederschlag, trübes Wetter, Boden feucht.
Mai 1892	17,7	33	NE. 4	ganz wolkenlos	12,3	0,09	Anfang Mai sehr bedeutende Regenmengen (21,7 mm). Boden noch nicht vollständig abgetrocknet, äusserst geringe Staubentwickelung.

Monat, Jahr	Temperatur	Feuchtigkeit	Windrichtung u. Stärke	Bewölkung	Auf dem Cylinder in 1 Stunde abgelagerte Staubmenge in mg	Staubmengen in mg berechnet auf 1 cbm	Bemerkungen
Mai 1892	21,8	56	E. 4	fast wolkenlos	162,0	1,19	Seit 7 Tagen kein Regen, jedoch stärkere Ostwinde. Am Abend vor dem Versuch fielen wenige Regentropfen. Während des Versuches heiteres, warmes Wetter, starke Staubentwickelung bei vollständig trockenem Boden. Staub für die Augen sehr belästigend.
Juni 1892	19,1	43	W. 4	ganz bewölkt	18,5	0,13	Am Tage vorher keine Niederschläge. Boden sehr trocken. Mässige Staubentwickelung. 14 Tage vorher fast jeden Tag geringe Regenmengen.
Juli 1892	20,7	37	W. 4	fast wolkenlos	43,0	0,31	Am Abend vor dem Versuch kurzer Gewitterregen, am Versuchstage Boden vollständig trocken. Mässige Staubentwickel.
Juli 1892	28,5	52	E. 2	wolkenlos	11,4	0,38	Seit 8 Tagen kein Regen. Boden sehr trocken, geringe Staubaufwirbelung.
Aug. 1892	22,8	60	NW. 2 s Morgen Windstille	stark bewölkt	0,7	0,02	Am Tage vorher bedeutender Regenfall. Boden noch nicht ganz getrocknet, kein Staub sichtbar.
Sept. 1892	22,6	66	W. 2	ganz bewölkt	2,9	0,09	3 Tage vor dem Versuch kein Regen, Boden trocken, sehr schwül. Keine Staubentwickelung sichtbar.
Sept. 1892	25,1	50	W. 4	ganz bewölkt	208,0	1,52	4 oder 5 Tage vorher keinerlei Niederschlag, sehr warm und äusserst trockener Boden. Ausserordentlich starke, belästigende Staubentwickelung.

Monat, Jahr	Temperatur	Feuchtigkeit	Windrichtung u. Stärke	Bewölkung	Auf den Cylinder in 1 Stunde abgelagerte Staubmenge in mg	Staubmengen in mg berechnet auf 1 cbm	Bemerkungen
Oct. 1892	13,4	61	SW. 6	ganz bewölkt	3,2	0,01	Seit 3 Tagen starke Westwinde und täglicher Regen. Boden feucht, gar keine Staubentwickelung sichtbar.
Oct. 1892	6,1	71	NE. 2 Morgens Windstille	ganz bewölkt	0,4	0.013	Mehrere Tage vorher täglich geringer Regen und Nebel. Boden noch angefeuchtet.
Nov. 1892	12,2	59	SW. 2	ganz bewölkt	0,6	0,02	Am Tage vorher starker Westwind, Boden feucht, keine sichtbare Staubentwickelung.
Nov. 1892	— 1,4	94	NE. 2	ganz bewölkt	Nichts wägbares in 30 cbm		Während des Versuches und Nachts vorher starker Nebel Boden mit Frostdecke überzogen.
Dez. 1892	— 0,2	70	W. 2	ziemlich bewölkt	Nichts wägbares in 30 cbm		3 Tage vorher starke Nordwest- und Westwinde, am Morgen des Versuchstages Nebel, Boden mit einer Schneedecke bedeckt. Eintretendes Thauwetter.
Dez. 1892	+ 3,5	92	W. 2	ganz bewölkt	Nichts wägbares in 30 cbm		Tags vorher etwas Regen. Die Schneedecke ist geschmolzen. Sehr nasser Boden. Nebel.
Jan. 1893	— 1,7	60	NW. 4	fast wolkenlos	1,9	0,61	Tags vorher starke Nordwestwinde. Schnee, der durch den Wind aufgewirbelt wird. Angenehmer Wintertag.
Febr. 1893	+ 7	70	SW. 2	ganz bewölkt	Nichts wägbares in 30 cbm		Seit 10 Tagen täglich Regen. Am Versuchstage Nebel. Boden sehr feucht.
Febr. 1893	10	50	SW. 6	leicht bewölkt	16,7	0,07	Geringer Regen am Tage vorher. Boden theilweise trocken, fast keine Staubentwickelung.

Monat, Jahr	Temperatur	Feuchtigkeit	Windrichtung u. Stärke	Bewölkung	Auf den Cylinder in 1 Stunde abgelagerte Staubmenge in mg	Staubmengen in mg berechnet auf 1 cbm	Bemerkungen
März 1893	10,4	70	SW. 2	ganz bewölkt	Nichts wägbares	30 cbm	4 Tage vorher täglich Regen, Strassen nass.
März 1893	9,0	40	NW. 2	wolkenlos	2,7	0,09	Boden trocken, sehr wenig Staub.
März 1893	7,0	45	NW. 6	ganz bewölkt	8,0	0,04	Geringer Regen am Abend vorher, Strassen feucht, kein Staub sichtbar.
März 1893	7,5	44	NW. 6	unbewölkt	203,0	0,88	Kein Regen seit 4 Tagen. Strassen vollständig trocken, sehr starke Staubentwickelung.
April 1893	8,0	62	N. 2	ganz bewölkt	4,7	0,15	Seit 14 Tagen keinerlei Niederschläge und meistens heiteres Wetter bei schwachen Winden. Geringe Staubentwickelung.
April 1893	15,0	45	NE. [illegible]	unbewölkt	461,0	2,0	Seit 5 Wochen kein nennenswerther Niederschlag (einmal nur 0,8 mm). Aeusserst starke Staubentwickelung, die die Athmung und die Augenschleimhaut stark belästigt.
Mai 1893	17,0	52	W. 4	fast wolkenlos	148,0	1,08	Nacht vorher erster Regen nach 1½ Monat (0,1 mm). Boden trocken, sehr starke Staubaufwirbelung.
Mai 1893	12,2	55	E. 4	ganz bewölkt	20,3	0,14	Am Tage vorher Gewitter und Regen. Während des Versuches geringer Regen. Boden trocken.
Juni 1893	20,2	50	E. 2	leicht bewölkt	1,6	0,05	Einige Tage vorher kein Regen, kein Staub sichtbar.
Juni 1893	20,0	70	W. 4	bewölkt	16,2	0,12	4 Tage vorher täglich Regen. Am Morgen des Versuchstages geringer Regen, Nachmittags Boden trocken.

Wie oben erwähnt, gelang es auch an staubreichen Tagen nicht, mit dem Saugapparat quantitativ Resultate zu erzielen; es ist dies um so bedauerlicher, als vergleichende Zahlen eventuell die Richtigkeit der angewandten Berechnung hätten bestätigen können.

Ausschlaggebend für die Staubmenge ist in erster Linie die Feuchtigkeit resp. Trockenheit des Bodens, erst als zweiter Factor tritt alsdann die Stärke des Windes hinzu. Sehr deutlich geht diess aus den Maiversuchen 92 und aus den Märzversuchen 93 hervor; bei gleicher Windstärke 6 haben wir einmal 8,0 mg bei feuchtem Boden abgelagert, dann bei gleicher Windstärke und völlig trockenem Boden 203,0 mg. Um den Gehalt der Luft an Staub bei feuchtem und trockenem Boden übersichtlich zu gestalten, gebe ich aus den zusammenfassenden Tabellen excerpirt, die gefundenen Mengen nebst W., der herrschenden Windstärke, so geordnet in folgender Tabelle.

Menge des abgelagerten Staubes.

W.[1]	Boden feucht		W.	Boden trocken	
2	1,1	(0,03)	4	93,0	(0,7)
2	1,8	(0,06)	2	9,7	(0,3)
4	1,4	(0,01)	4	12,3	(0,09)
4	12,3	(0,09)	4	162,0	(1,19)
2	0,7	(0,02)	4	18,5	(0,13)
6	3,2	(0,01)	4	43,0	(0,31)
2	0,4	(0,01)	2	11,4	(0,38)
2	0,6	(0,02)	2	2,9	(0,09)
2	—	(—)	4	208,0	(1,52)
2	—	(—)	4	1,9	(0,01)
2	—	(—)	6	16,7	(0,07)
2	—	(—)	2	2,7	(0,09)
6	16,7	(0,07)	6	203,0	(0,88)
2	—	(—)	2	4,7	(0,15)
6	8,0	(0,04)	6	461,0	(2,0)
			4	148,0	(1,08)
			4	20,3	(0,14)
			2	1,6	(0,05)
			4	16,2	(0,12)

1) Die Zahlen in Klammern bezeichnen den Gehalt eines Kubikmeters an Staub. Wenn der Boden zur Zeit des Versuches noch nicht ganz trocken, habe ich den gefundenen Werth für »feucht« und »trocken« verwerthet.

Im Mittel bei feuchtem Boden (15 Untersuchungen) 2,9 mg (0,025),
» » trockenem » (19 »)80,8 » (0,48).

Zwei Einzelversuche dürften nicht uninteressant sein; sie liefern ein Beispiel, in welch' ausserordentlich staubreicher Atmosphäre sich der Mensch zuweilen zu bewegen gezwungen ist.

Während des Vorüberziehens einer Artillerie-Abtheilung exponirte ich direct an der Strasse einen Cylinder auf die Dauer von 2½ Minuten bei Windstärke 4 und zwar so, dass der Staub vom Winde gegen den Cylinder getrieben wurde; während dieser kurzen Zeit hatten sich 131,8 mg zumeist groben Staubes abgelagert. Noch stärker war die Staubaufwirbelung bei dem Vorbeimarsch einer Infanterie-Kolonne unter denselben Umständen; 209,7 mg in 3 Minuten.

Jedem Lustwandelnden sind die plötzlich einherjagenden Staubwolken schon recht unangenehm gewesen und unwillkürlich sucht man durch Vorhalten eines Tuches Nase und Mund, besonders aber die Augen zu schützen. Ohne diesen Schutz würde einem eine einzige solche Staubwolke bei der nur kurzen Dauer von 3—4 Secunden 11,1 mg Strassenstaub in's Gesicht schleudern.

Durch Anstellung dieser quantitativ vergleichenden Staubbestimmungen hoffe ich die Literatur nicht nur um neue Data, sondern vor Allem um die Anwendung einiger neuer Methoden bereichert zu haben. Herrn Professor Lehmann, der die liebenswürdige Anregung zum Thema gab und der mir während der Ausarbeitung desselben mit Rath und That zur Seite stand, gebührt an dieser Stelle mein verbindlichster Dank.

Luftreinigungs-Apparat Arens-Lamb.

Der Gedanke, wie eine Verbesserung derjenigen Apparate herbeizuführen sei, die dazu bestimmt sind, die Luft von Staub zu reinigen, kam mir gelegentlich vorstehender Untersuchungen.

Zu den bisherigen Apparaten wurden zumeist Filtertücher benutzt, auf denen der Staub der durchströmenden Luft sich ablagerte. So ist bei den Luftheizungen ein im Zick-Zack auf Rahmen gespanntes dünnes Tuch als Filter im Gebrauch. Hinter diesem Tuch befindet sich ein Wasserschleier, der auch die letzten

Staubtheilchen beim Passiren zu Boden reissen soll. Die Triebkraft zum Durchpressen liefern die Temperaturunterschiede der Innen- und Aussenluft.

Da der Widerstand, den die Tücher der Luft entgegensetzen, bei grösseren Ventilations-Einrichtungen zu gross ist, so ist man dazu geschritten, die Luft vermittelst Exhaustoren durchzupressen oder zu saugen. Doch ein Verstopfen der Poren der Tücher bei staubreicher Luft, sowie ein Durchlöchern derselben, wenn die Staubpartikel kantig und spitzig sind, wie z. B. der Cementstaub, ist die unabwendbare Folge.

Weiter hat man mehrere Wasserschleier hintereinander von der staubigen Luft passiren lassen, ohne den gewünschten Erfolg zu erzielen.

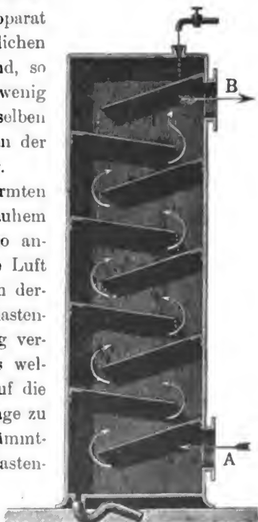
Endlich wird in den sogenannten Respiratoren von den Arbeitern in staubreichen Getrieben ein feuchter Schwamm vor dem Munde getragen, den die Respirationsluft passiren muss. Diese Filter leisteten wohl Vortreffliches, aber wegen des zu überwindenden Widerstandes können sie ohne Beschwerden nicht andauernd getragen werden.

Es lag wohl nichts näher, als Vorbild zur Anfertigung eines solchen Apparates den höchst ausgebildeten Staubfilter, die menschliche Nase, zu wählen.

Bei der Ausführung des Gedankens, nach dem Princip der menschlichen Nase einen Apparat zu construiren, musste von der bisher angewandten Methode, die Luft durch Zeugstoffe oder Schwämme zu filtriren, gänzlich abgewichen werden. Es musste berücksichtigt werden, dass ein vielfaches Anprallen, verbunden mit Wirbelbildung der Luft, wie dieselbe durch die Choanen der Nase hervorgerufen wird, auf den Apparat übertragen würde. Hochwichtig ist eine Feuchthaltung dieser Widerstandsflächen, wie sie in der Nase ja thatsächlich vorhanden ist.

Von diesem Grundgedanken ausgehend, construirte ich mir das Modell eines Luftreinigungsapparates, auf den mittlerweile mit meinem technischen Mitarbeiter, Herrn Ingenieur Lamb, von mir ein Patent erworben ist und der die Feuerprobe in Fabriken zu vollster Zufriedenstellung der Besitzer bestanden hat.

Die Anwendung des Apparates wird nach zwei Hinsichten möglich sein: erstens wird derselbe verhindern, dass Staub von aussen in die Binnenräume eindringt (Luftheizung), zweitens, dass aus reichlich Staub producirenden Fabrikräumen der Staub in grosser Menge in's Freie befördert wird, wo er die Umgebung belästigt (Rosshaarspinnerei, Kunstwollfabrik, Cementfabrik, Broncefarbenfabrik, Baumwollspinnerei u. s. w.



In beiden Fällen wirkt der Apparat als Staubfänger. Da keine beweglichen Theile in demselben angebracht sind, so erleidet derselbe selbstverständlich wenig Abnützung. Die Construction desselben geht aus folgender Beschreibung an der Hand nebenstehender Figur hervor.

In einem rechtwinklig geformten Kasten werden geneigte, mit rauhem Flanellstoff überzogene Einlagen so angebracht, dass die durchströmende Luft gezwungen ist, sämmtliche Flächen derselben zu berühren. An der oberen Kastenwand ist ein mit der Wasserleitung verbundenes Röhrchen eingefügt, aus welchem dauernd Wasser tropfweise auf die obere Einlage herabfällt. Von Einlage zu Einlage tropft das Wasser weiter, sämmtliche feucht haltend, um am Kastenboden durch ein Abflussrohr fortgeführt zu werden.

Die ungereinigte Luft tritt bei *A* in den Apparat ein, durchstreicht denselben in der Richtung der Pfeile und verlässt ihn gereinigt bei *B*. Beim Durchgang durch den Apparat stösst sich die Luft vielfach unter Wirbelbildung an den rauhen feuchten Oberflächen der Einlagen und setzt dort die mitgeführten Staubtheilchen ab. Zur bequemen periodischen Reinigung der Einlagen sind diese, sowie die Vorderwand des Kastens herausnehmbar angebracht. Von Zeit zu Zeit

wird durch reichliches Einströmenlassen von Wasser die Reinigung von selbst bewirkt.

Die engsten Durchströmungsquerschnitte können ohne Nachtheil für die sichere Wirkung des Apparates so gross genommen werden, dass die Durchströmung der Luft fast ohne Widerstand erfolgt, während der Widerstand der Luft beim Durchgang durch die Filtertücher anderer Apparate bekanntlich sehr gross ist.

Die Wirkungsweise des Apparates prüfte ich mit einem angefertigten Modell, das 30 cm hoch und 10 × 10 cm breit war. Der Wasserzufluss beim Modell fand dort statt, wo in der Zeichnung angegeben, der Luftaustritt hingegen nicht bei *B*, sondern in der Mitte der oberen Kastenwand. Die Anzahl der Einlagen im Modell betrug 10.

Mit dem oben beschriebenen Blasebalg trieb ich die Luft, die mit Stärkemehlstaub künstlich beladen wurde, unter verschiedenem Druck durch den Apparat. Ein mit Glycerin bestrichenes Deckgläschen wurde über die Austrittsöffnung der Luft angebracht, um mikroskopisch das Resultat zu kontrolliren. Zur Bestimmung des Druckes, unter dem die Luft den Apparat passirte, verband ich den gefüllten Blasebalg mit einem Hg-Manometer. Durch Gewichte, die ich sodann auf den gefüllten Blasebalg legte, bestimmte ich den Druck zu $^1/_2$ und $3^1/_2$ cm Hg. Beim Ausführen des Versuches wurde dann jedesmal unter dem Drucke der betreffenden Gewichte die Luft durch den Apparat getrieben.

Folgende Tabelle gibt mit Einschluss der jedesmaligen geringen oder starken Berieselung der Flächen die gewonnenen mikroskopischen Resultate.

Durchgeblasene Menge in Ltr.	In Secunden	Berieselung	Manometerdruck Hg	Mikroskopisch
5	20	geringe	—	Nichts
5	15	»	$^1/_2$ cm	»
5	10	»	$3^1/_2$ cm	Wenig Stärkekörner
5	10	starke	$3^1/_2$ cm	Nichts

Diese orientirenden Versuche waren so überraschender Natur, dass ich zu Gewichtsbestimmungen beim Durchsaugen von staub-

geschwängerter Luft schritt. Zur Untersuchung gelangten Stärke-, Holzkohlen-, Kehricht- und Kalkstrassenstaub. Die Anordnung der Versuche zur quantitativen Bestimmung des zurückgehaltenen Staubes in Prozenten war folgende:

Die staubgeschwängerte Luft wurde in diesen Versuchen nicht in den Apparat getrieben, sondern durch denselben gesaugt und durch eine eingeschaltete Gasuhr gemessen; vor Eintritt der Luft in den Apparat wurde dieselbe in einem Kasten durch eine rotirende Bürste mit der zu untersuchenden Staubart geschwängert. Ein hinter der Austrittsöffnung der gereinigten Luft angebrachtes Wattefilter, wie ich sie zu den Untersuchungen des Staubgehaltes in den Fabrikräumen benützte, vorher und nachher gewogen, bestimmte die den Apparat passirenden Staubtheilchen quantitativ.

Um die Abnahme des Staubgehaltes der durch den Apparat gegangenen Luft zu bestimmen, musste der Staubgehalt der Luft vor Eintreten in den Apparat bestimmt werden. Dies geschah sehr einfach, wenn ich statt des Modells einen Kasten von denselben Dimensionen wie das Modell einschaltete. Der Kasten, ohne jegliche Einlagen natürlich, sollte als Sedimentircylinder dienen.

Zwei Versuche, einer mit dem Reinigungs- und einer unter Einschaltung des Sedimentirapparats mit nachfolgender Wägung des Filterröhrchens ergaben, wie viel Staub durch den Apparat zurückgehalten wird.

1. Versuch mit Stärkemehl.

a) mit Einschaltung des Reinigungsapparates: schwache Berieselung

500 l = 0,8 mg
1 cbm = 1,6 mg.

b) Controlversuch mit Einschaltung des Sedimentircylinders.

125 l = 7,5 mg
1 cbm = 60 mg.

Es werden also vom Apparate zurückgehalten 97,3 % von Amylumstaub.

2. Versuch mit Holzkohlenstaub.

a) Sehr starke Staubentwickelung durch Rotiren der Bürste in Zwischenräumen von einer Minute mit Einschaltung des Reinigungsapparates und starker Berieselung

30 l = 0,6 mg
1 cbm = 20 mg.

b) Controlversuch mit Sedimentircylinder bei gleicher periodischer Staubentwickelung

30 l = 37,2 mg
1 cbm = 1,2433 g.

Es wird zurückgehalten 98,3 % Holzkohlenstaub.

3. Versuch: Kehrichtstaub.

a) Mit Einschaltung des Reinigungsapparates. Sehr starke Staubentwickelung.

Mittelstarke Berieselung des Apparates

40 l = 0,5 mg
1 cbm = 12,5 mg.

b) Controlversuch mit Sedimentircylinder

40 l = 19 mg
1 cbm = 0,475 g.

Es werden zurückgehalten 97,4 % Kehrichtstaub.

4. Versuch: Kalkstaub von der Strasse gesammelt und gebeutelt.

Geringe Berieselung.

a) Mit Einschaltung des Reinigungsapparates

50 l = 0,2 mg
1 cbm = 4 mg.

b) Controlversuch mit Sedimentircylinder

50 l = 44,5 mg
1 cbm = 0,89 g.

Es werden zurückgehalten 99,5 % Kalkstrassenstaub.

Die vorstehenden 4 Versuche sind alle mit ausserordentlich staubreicher Luft, wie aus den Controlversuchen hervorgeht, angestellt worden. Bemerkenswerth ist, dass eigentlich nur die

untersten Einlagen von sichtbaren Staubmengen bedeckt waren. Amylumstaub konnte ich makroskopisch durch Bläuung mit Jodjodkalium schon auf der vierten Einlage nicht mehr nachweisen.

Es interessirte, auch zu wissen, wie die Abnahme in Procenten in einer sehr gering staubhaltigen Luft beim Filtriren durch den Reinigungsapparat sich gestalte. Zu diesem Zwecke wählte ich die Luft des Laboratoriums. Bei diesem Versuche liess ich den Sedimentircylinder weg und aspirirte die Zimmerluft direkt durch das Filtergläschen.

Ich fand in 500 l der Laboratoriumsluft

0,7 mg, im Cubikmeter 1,4 mg,

nach Einschaltung des Luftreinigungsapparates in

500 l = 0,2 mg, 1 cbm = 0,4 mg.

Es werden zurückgehalten 71,4%.

Die Abnahme in Procenten des aufgehaltenen Staubes lässt sich durch die an und für sich sehr geringen Mengen erklären; denn schon ein Wägefehler von 0,1 mg ergibt einen entsprechend höheren resp. niederen Procentsatz.

Wie erwähnt, ist ein Probeapparat, und zwar seit 4 bis 5 Monaten in der Praxis aufgestellt worden. Durch das Interesse, das Herr Fabrikinspektor Höfer in Würzburg der Einführung des Apparates in die Praxis von vornherein entgegenbrachte, wurden wir veranlasst, in einer Rosshaarspinnerei die Aufstellung des Apparates zu bewerkstelligen.

In dieser Spinnerei werden täglich zwischen 70 und 100 Ctr. meistens aus Russland importirter Ross- und Kuhhaare sortirt und durch Maschinen gereinigt. In dem Raume, in dem drei bis vier solcher Maschinen in Thätigkeit sind, entsteht eine gewaltige Staubproduction gröbster und feiner Partikel. In anerkennenswerther Weise ist dafür gesorgt, dass der Staub so schnell und so ausgiebig als möglich aus den Arbeitsräumen entfernt wird, um die Arbeiter vor Inhalation desselben zu schützen. Zu diesem Zwecke arbeitet in der Nähe einer jeden Maschine ein Exhaustor (im Ganzen vier) den direkt von der Maschine aufgesaugten Staub in's Freie. Man sieht denn auch, dass der Staub gar nicht in Mannshöhe gelangt, sondern in dicken Wolken in

die Exhaustoren hineinfliegt. Es ist hiermit die Gefahr für die Arbeiter im Raume so viel als möglich herabgemindert.

Was geschieht aber mit dem in's Freie beförderten Staube? Sämmtliche Exhaustoren der beiden Arbeitsräume befördern den Staub in einen grossen über 1 m hohen, die Fabrik umziehenden Kastenbau. Aus diesem Kasten führen fünf eiserne, horizontal liegende Röhren von ca. 80 cm Querschnitt den Staub in's Freie. Die Mündungen der Röhren sind nach unten abgebogen und soll der Staub aus denselben in ein vorbeifliessendes Wasser befördert werden, dessen Oberfläche ca. 1 m von den Mündungsöffnungen entfernt ist. Man glaubte auf diese Weise den Staub unschädlich machen zu können, ihn gleichsam an das Wasser zu binden. Das Zurückhalten des Staubes wird aber nur so unvollkommen erreicht, dass ununterbrochen Klagen aus der Umgegend einlaufen über die Belästigung durch die durch den Wind fortgetragene Staubmenge. Es soll an manchen Tagen geradezu ein feiner Sprühregen dieses Staubes sich auf Aecker und Gärten niederlassen. Dieser Staub ist natürlich unappetitlich für diejenigen, die die Früchte des Gartenbaues geniessen, ausserdem aber ausserordentlich gefährlich durch seinen Gehalt an Milzbrandsporen [1]).

So lagen die Verhältnisse, als wir einen Probeapparat aufstellten, der die von zwei Exhaustoren gelieferte staubige Luft reinigte. Laut Berechnung liefern diese zwei Exhaustoren 7 cbm Luft pro Sekunde, dementsprechend gross mussten die Querschnitte in dem Apparate ausfallen, d. h. 1,35 bei 0,35 m Querschnitt für die den Apparat passirende Luft.

Analog dem oben gezeichneten Modell bauten wir einen Kasten aus Holz von 5 m Höhe. Die Höhe des Kastens betrug absichtlich so viel, um nicht an Einlagen sparen zu müssen. Die Breitendimensionen des Kastens sind ca. 1,10 × 1,40 m. Die Luft tritt einfach aus der oberen, nicht bedeckten Kastenöffnung aus. Ein Wasserzufluss sorgt für die Befeuchtung der Einlagen. Diese Einlagen schienen uns am schwierigsten zu beschaffen. Wir wählten anfänglich groben, billigen Filz, der auf die Draht-

1) Eingezogene Erkundigungen haben ergeben, dass Milzbranderkrankungen in der Umgebung der Fabrik nicht zu den Seltenheiten gehören.

gittereinlagen befestigt wurde; jedoch nach kurzer Zeit war der Filz durch die dauernde Einwirkung des reichlichen Wasserzuflusses gelockert, zerrissen und von den Gittern abgeschwemmt worden. Daraufhin überzogen wir die Einlagen mit grobem Sackleinen, das in diesem Falle bis jetzt (ungefähr vier Monat) gute Dienste geleistet hat.

Ende November wurden wir aufgefordert, mit dem Bezirksarzte und einem Polizeiaktuar, die den Apparat inspiziren wollten, an der Besichtigung theilzunehmen.

Die eine Wand des Kastens, die aus verschiedenen abnehmbaren Theilen besteht, war herausgenommen und man konnte das Innere des Apparates mit der Berieselung genau übersehen und Folgendes constatiren.

Die unteren Flächen der zwei unteren Einlagen hatten die gröbsten mitgerissenen Haare zurückgehalten; ein dichtes Filzwerk hatte sich gebildet und an diesem Filzwerk hingen viele durch den Luftzug flottirende Massen. Diese waren bedeckt mit feinsten Stäubchen. Die oberen Flächen der Einlagen waren durch das überfliessende Wasser verhältnismässig sauber. Nach obenhin nahm der Belag allmählich ab, um bei der sechsten Einlage ganz zu verschwinden. Ein Weglassen der oberen vier Einlagen ist jedoch nicht angezeigt, da sie jedenfalls immer noch vikariirend in den Reinigungsprocess eingreifen können.

Von dem auf einer der unteren Einlagen abgefangenen Staube nahm ich mir zur Untersuchung eine Probe mit. Es zeigte sich, dass ungefähr zwei Drittel aus feinstem Staub und ein Drittel aus Haaren bestand. Durch das Auffangen und das periodische Abkratzen der Massen wird ein gut Theil zu Dungzwecken verwendbares Material wiedergewonnen.

Wie ich hörte, beläuft sich der Preis für den Centner auf 4 Mark; es würde sich also bei diesem Industriezweige die Anlage eines solchen Apparates in kurzer Zeit bezahlen. Selbstverständlich müsste eine gründliche Desinfektion der wiedergewonnenen Abfälle vor dem Gebrauche derselben stattfinden.

Nachdem wir dies constatirt hatten, liessen wir den Kasten wieder schliessen und beobachteten seine Wirkung während des

Betriebs. Wir überzeugten uns von dem ausserordentlichen Staubgehalt, den die zu reinigende Luft aus dem Arbeitsraum mitbringt. Trotz genauester Beobachtung konnten wir aber keine sichtbare Spur von Staub, nachdem die staubhaltige Luft den Apparat passirt hatte, entdecken. Es ist natürlich nicht ausgeschlossen, dass minimale Mengen des eingeführten Staubes den Apparat passiren werden. Ueber die Abnahme des Staubes in Procenten werde ich mir, nachdem ein zweiter, im Bau begriffener Apparat in derselben Fabrik fertig gestellt ist, genauere Bestimmungen nicht entgehen lassen.

Nachtrag.

Mittlerweile habe ich Gelegenheit gehabt, die Leistungsfähigkeit des Apparates zu prüfen. Zwei gleich grosse, mit Fett bestrichene Cylinder, wie ich dieselben zu der Bestimmung des Staubgehaltes der Luft im Freien benutzte, dienten auch hier zum Auffangen des Staubes. Einer derselben wurde 1 Minute lang in die Eintrittsöffnung, der andere ebensolang in die Austrittsöffnung für die Luft gehalten. Die austretende Luft zeigte der eintretenden, staubigen gegenüber eine Abnahme von 87 %. Nicht unerwähnt darf ich lassen, dass während der Versuche eine Berieselung nicht stattfand, um die angefetteten Flächen nicht der Gefahr des Nasswerdens auszusetzen; es waren die Fangtücher nur noch feucht. Ich glaube daher zu der Annahme berechtigt zu sein, dass bei Funktioniren des Wasserzulaufs ein noch höherer Prozentsatz erzielt wird.

Der Staub in den Gewerben mit besonderer Berücksichtigung seiner Formen und der mechanischen Wirkung auf die Arbeiter.

Von

Dr. phil. **H. Wegmann,**

Adjunct des eidg. Fabrikinspectors des I. Kreises.

(Mit 3 Tafeln.)

Die vorliegende Arbeit verdankt ihre Entstehung der Anregung des Herrn Dr. F. Schuler, eidgenössischem Fabrikinspektor. Im Sommer 1891 gab ein bestimmter Vorfall Anlass, den Eisenschleifstaub mikroskopisch zu untersuchen. Das höchst interessante Bild bestimmte mich, Staubsorten systematisch zu sammeln und mikroskopische Dauerpräparate davon herzustellen. Bis heute habe ich über 100 Staubsorten untersucht; die Präparate liegen in der gewerbehygienischen Sammlung am eidgenössischen Polytechnikum in Zürich. Auf Neujahr 1892 sandte Herr Dr. Schuler an den ihm befreundeten Herrn k. k. Central-Gewerbeinspector Hofrath Dr. F. Migerka in Wien eine Anzahl solcher Staubpräparate, welche Sendung zunächst durch ein freundliches Geschenk von 25 Präparaten anderer Staubsorten und nicht lange darauf durch Uebermittlung der Broschüre „Staubarten in Wort und Bild" erwidert wurde. Herr Dr. Schuler stellte mir die Wiener Präparate in dankenswerther Weise zur Verfügung; sie enthielten eine Anzahl Staubsorten, die ich bei uns nicht hätte bekommen können (so Meerschaum, Elfenbein, Horn, Fischbein, Schildkrot, Steinnuss, Kopranuss, Palmkern u. a.), und bildeten eine sehr willkommene Bereicherung meiner Sammlung.

Für den Amtsbericht der schweizerischen Fabrikinspectoren von 1890/91 fertigte ich die ersten zwei Zeichnungen von Staubpräparaten an, denen nach und nach eine grosse Zahl anderer folgte. Dieselben sind mit der camera lucida hergestellt. Um die wahre Grösse mikroskopischer Gegenstände zu bestimmen, bediene ich mich des folgenden Verfahrens. Für mein Mikroskop und meine camera lucida zeichnete ich ein Stück des Objectivmikrometers (1 mm in 100 Theile) und erhielt ebensoviele Maassstäbe, als ich Linsencombinationen besitze. Wenn ich nun irgend einen Gegenstand unter genau den gleichen Verhältnissen zeichne, wie den der angewendeten Vergrösserung entsprechenden Maassstab, so kann ich letztern direct an das gezeichnete Bild anlegen und die Dimensionen desselben ablesen.

I.

Wenn ich es unternehme, vom Einfluss des Staubes auf die Arbeiter zu sprechen, habe ich die Empfindung, als müsste ich zuerst einem leisen Vorwurf begegnen, warum ich meine Betrachtungen auf die „Arbeiter" beschränke. Sind ja doch gelegentlich alle Menschen dem Staub ausgesetzt, der Spaziergänger auf der Strasse, die Hausfrau bei Besorgung ihrer häuslichen Geschäfte, der Bibliothekar und der Comptoirist in ihren Arbeitslokalen. Die Richtigkeit dieses Einwurfs ist nicht zu bestreiten; es ist aber dagegen zu bemerken, dass diese Staubeinwirkungen nie von langer Dauer sind, und dass die Betroffenen selbst sich leicht davor schützen, oder sich ihrer erwehren können. Ganz anders stellt sich der Arbeiter im engeren Sinne in seinem Beruf. Bei manchen Arbeiten ist die Entstehung von Staub unvermeidlich; der Arbeiter aber kann nicht bei Seite gehen und einen staubfreien Ort aufsuchen, er kann nicht mit dem Taschentuch Mund und Nase verschliessen, bis die Staubwolke vorüber ist, er ist an seinen Arbeitsplatz gebannt, und der Staub entsteht jede Minute, jeden Augenblick von Neuem.

Vom gewerblichen Staub zu sprechen hat gewiss seine volle Berechtigung. Er spielt unter den mannigfaltigen Schädlichkeiten, welche auf die Gesundheit der Arbeiter einwirken, eine hervor-

ragende Rolle. Seine Wirkungsweise ist verschieden. Immer, häufig ausschliesslich, ist die mechanische Wirkung vorhanden (Eisen-, Steinstaub); mancher Staub ist giftig und wirkt vorzugsweise durch seine chemischen Eigenschaften (Bleistaub, Farbstaub), noch anderer enthält und überträgt Bacterien, Keime verschiedener Krankheiten, wie Milzbrand, Rotz und anderer, ich möchte seine vorwiegende Wirkung eine infectiöse nennen (Staub von Hadern, Federn, Haaren). Es liegt auf der Hand, dass die verschiedenen Eigenschaften einer Staubart auch gleichzeitig ihren Einfluss geltend machen; im Folgenden sollen aber von all den nachtheiligen Aeusserungen des Staubes nur die mechanischen betrachtet werden.

II.

In vielen Berufsarten trifft man die Leute von Kopf bis zu Fuss über und über mit Staub bedeckt (Müller, Kaminfeger, Kohlenträger, Holzschleifer, Arbeiter in Kalk-, Gyps-, Cementmühlen). Da springt zunächst die Wirkung des Staubes auf die Kleider in die Augen. Die Färbung und Beschmutzung derselben durch den massenhaften Staub verändert die physiologische Wirkung, welche sie für den Körper auszuüben bestimmt sind. Ihre Poren werden verstopft, die Durchlässigkeit für die Ausdünstungen der Haut vermindert, das Wärmeleitungsvermögen stark beeinflusst. Wird der Arbeiter mit den bestaubten Kleidern zeitweise nass, bildet sich auf ihrer Oberfläche eine förmliche Kruste. Wessen Haut aber noch nicht ganz empfindungslos geworden ist, der fühlt, dass der Staub sich nicht nur oberflächlich auf den Kleidern ablagert, sondern dieselben durchdringt, somit nicht nur an den entblössten Körperstellen, nein am ganzen Leibe mit der Haut in Berührung kommt. Die Empfindung davon ist ein lästiges Gefühl, ein Jucken und Brennen, ein Nesseln und Stechen je nach der Art des Staubes. Kleiderwechsel, gründliche Waschungen, Bäder werden dem zum Bedürfnis, der diese Wirkung des Staubes noch empfindet. Freilich, wer sie Jahre lang über sich ergehen lässt, ohne zu reagiren oder reagiren zu können, der wird dieses Bedürfniss nicht mehr haben, dessen Haut

wird unempfindlich. Wenn auch Hautkrankheiten nicht auf die blosse mechanische Wirkung des Staubes zurückzuführen sind, können doch solche entstehen, wenn derselbe nicht chemisch indifferent ist, oder pathogene Bacterien mit sich führt und zwar um so eher, je mehr die Hautpflege durch Angewöhnung an den Staub vernachlässigt worden ist.

Auffälliger als auf die Haut, wirkt der Staub auf die Augen. Während die Wirkung dort gleichsam chronisch ist, muss sie hier acut genannt werden: das Auge reagirt sofort in empfindlicher Weise gegen eindringenden Staub. Grössere, harte Staubtheilchen bringen häufig Verletzungen hervor; wo es ohne solche abgeht, verursacht der Reiz Röthung, Thränen der Augen, Verhinderung oder Erschwerung des Sehens für kürzere oder längere Zeit.

Die hauptsächlichste und schädlichste Wirkung aber übt der Staub auf die Athmungsorgane aus. Dass derselbe mit der eingeathmeten Luft in Mund-, Nasen- und Rachenhöhle in die Luftröhre eindringt, fühlt Jedermann, der sich einige Zeit in staubiger Atmosphäre aufhält. Ein Theil wird zwar direct wieder ausgeathmet, ein anderer aber wird zurückgehalten.[1]) Ausser der vagen Belästigung durch den eingedrungenen Fremdkörper nimmt man häufig eine austrocknende Wirkung desselben wahr (hygroskopischer Staub). Der Reiz löst ein beständiges Räuspern und Husten aus und mit reichlichem Schleim wird eine Menge Staub zurückbefördert. Hört die Staubeinathmung auf, so verschwinden auch diese Symptome bald wieder. Diesem ersten acuten Katarrh entgeht wohl Niemand, der eine staubige Arbeit zum Beruf wählt, und bei vielen Leuten machen sich auch keine weiteren Folgen geltend, selbst wenn die Staubeinathmung andauert. Bei anderen, schwächeren oder besonders disponirten Personen aber dringt in diesem Fall der Staub tiefer in die Athmungsorgane ein, gelangt in die Verästelungen und feinen Verzweigungen der Luftröhre, in die Lungenbläschen und dringt in's Lungengewebe selbst ein.

1) Hesse in Dingler's polytech. Journal, 1881, Heft 1 und Renk in Handbuch d. Hygiene, I. Thl. »Die Luft«, Leipzig 1886.

Er bewirkt anhaltenden Husten und verursacht Entzündung in der Luftröhre und ihren grossen Aesten: der Katarrh wird chronisch. Reichliche Massen Schleim werden ausgeworfen, die Sputa sind vom Staub charakteristisch gefärbt. Unter dem Mikroskop erkennt man darin Zellen, welche sich von den Wandungen der Luftröhre und der Lungenbläschen abgelöst haben, viele derselben enthalten Staubkörnchen (Staubzellen). Der chronische Katarrh führt leicht zu Lungenemphysem. Dieses wie jener werden aber in der Regel geheilt durch Entfernung aus der Staubatmosphäre. Viele, welche auch dieses Stadium überstanden haben, bleiben vor ernsterer Staubwirkung verschont; Rückfälle sind aber bei Wiederaufnahme der Arbeit sehr häufig, trotz eines bedeutenden Anpassungsvermögens. — In Fällen, wo die verderbliche Wirkung des Staubes weitergeschritten ist, sieht man, wie derselbe pfropfenartig nach und nach einzelne Lungenbläschen, dann Gruppen von solchen erfüllt, deren Wandungen zerstört, so dass sie für die Athmung unbrauchbar werden; im Lungengewebe selbst bringt er weitere schädliche Veränderungen, bindegewebliche Wucherungen, hervor. Infolge dieser Zerstörungen kommen gelegentlich Blutungen in die Lunge vor. Der Eindringling geräth schon früh in die Lymphgefässe und in die kleinen Lymphdrüsen, die er später in förmliche Staubknötchen verwandelt; ja es kommt vor, dass Staub aus den Lungen in die Blutgefässe gelangt und in andere Organe des Körpers, in Leber, Nieren, Milz, sogar in's Knochenmark geführt wird. Wohl wird von dem in die Lungen aufgenommenen Staub fortwährend eine gewisse Menge wieder nach Aussen befördert, wohl mag auch jetzt noch eine gewisse Angewöhnung eine schützende Rolle spielen — allein wenn die Staubeinwirkung Jahre lang andauert, erscheinen die Lungen nicht nur vom Staub charakteristisch durchgefärbt (Kohlenlunge), sondern ganz durchsetzt von kleinen harten Knötchen; diese fliessen da und dort zusammen, bilden grössere Knoten, unregelmässig verzweigte Ausbreitungen verhärteter Stellen, während die Zerstörung von Lungenbläschen zur Bildung von Höhlen Anlass gibt. Dass bei solchen Veränderungen Functionsstörungen eintreten müssen, liegt auf der Hand; es stellen sich Athembeschwerden, Kurzathmigkeit

ein und schliesslich unterliegt der Träger einer solchen Lunge dem beständigen Ansturm der kleinen Feinde.[1])

Autoren wie Merkel, Oldendorff, Crocq, Paté bezeichnen das Krankheitsbild bei solch hochgradig ausgebildeten Staublungen (Kohlen-, Eisen-, Kiesellungen) dem bei tuberkulöser Lungenschwindsucht durchaus ähnlich und bei anderen vermisst man geradezu jegliche Unterscheidung. Wenn man aber nicht Prof. R. Koch's Lehre über den Tuberkelbacillus und die Contagiosität der Tuberculose bestreiten und ihre Richtigkeit läugnen will, sollte man, trotz der äusseren Aehnlichkeit der Krankheitsbilder, an der Unterscheidung zwischen tuberculöser und nichttuberculöser Phthisis oder Lungenschwindsucht festhalten; denn während letztere häufig eine wirkliche Berufskrankheit ist, kann ich erstere niemals als solche anerkennen. Diese Unterscheidung müsste natürlich fallen, sobald die Lehre von der Infectionsfähigkeit der Tuberculose widerlegt wäre. Wer da Recht behalten wird, kann ich nicht beurtheilen. Für eine nicht infectiöse Berufsphthisis sprechen einstweilen die Beobachtungen von Oldendorff.[2]) Er sagt, dass die schwindsuchtähnliche Krankheit der Eisenschleifer sich von der gewöhnlichen (tuberculösen) Phthisis vorzugsweise unterscheide durch 1. ihren langsamen und eigenartigen Verlauf, 2. ihre geringere Abhängigkeit von hereditärer Prädisposition, 3. dadurch, dass selbst der weit fortgeschrittene Krankheitsprocess zum Stillstand gebracht und Heilung erzielt werden kann, sobald die Arbeiter ihre gefährliche staubige Beschäftigung aufgeben. Diese Heilbarkeit der durch Einathmung von Staub, reizenden Gasen, durch immer neue Erkältung entstehenden Phthisis betont auch Ledermann[3]); er gibt ferner an, dass die Krankheit regelmässig in Sklerosirung des Gewebes übergehe und niemals Tuberkelbacillen im Auswurf zu Tage fördere.

1) Diese Darstellung nach Merkel in Ziemssen's Handbuch und Arnold: Ueber Staubinhalation.

2) Oldendorff, Der Einfluss der Beschäftigung auf die Lebensdauer des Menschen. Berlin 1878.

3) Nach Uffelmann, Supplement zur Zeitschr. f. öff. Gesundheitspflege, Bd. XVII, 125 und 211.

Wie aber degenerirte oder bereits kranke Menschen und Organe im allgemeinen gegen äussere Einflüsse weniger widerstandsfähig sind, als gesunde, so besonders die Lungen. Alle Krankheiten, welche die Athmungsorgane befallen können, treffen in der Regel Leute, welche durch Staub angegriffene Lungen haben, sicherer und heftiger als gesunde. Dies gilt in hohem Maasse von der Lungentuberculose. Die Tuberkelbacillen finden in den durch den Staub alterirten Geweben einen wie für sie präparirten Boden, durch die vielen verletzten Stellen ist ihnen das Eindringen erleichtert, durch die beschränkte Athmungsfähigkeit, den beschränkten Kreislauf und Stoffwechsel wird ihrer Entwickelung Vorschub geleistet. Der Staub begünstigt und befördert die Entstehung, Ausbreitung und die Verheerung der Lungen-Tuberculose, sie direct verursachen kann er, ohne die Anwesenheit des specifischen Krankheitserregers, nicht. Da aber auch dieser als Staub verbreitet wird, ist doppelte Vorsicht gegen dessen Eindringen in den Körper geboten. Doch ist es nicht nur etwa der Staub, welchem eine solche begünstigende Wirkung zukommt; die Tuberculose, an sich einer unserer erbittertsten Feinde, hat viele Helfershelfer, welche ihre zerstörende Wirkung im Organismus unterstützen.

Die schweren Erscheinungen bei der Staubinhalation treten immer erst nach einer gewissen Einwirkungsdauer des Fremdkörpers auf, auch bälder bei reichlicher Staubaufnahme als bei spärlicher. Solche wurden jedoch sowohl schon nach neun Monaten, als erst nach 25 Jahren beobachtet. Es ist interessant, zu sehen, wie die Lunge befähigt ist, sich selbst wieder zu reinigen, den Staub wieder fortzuschaffen. Man hat bei Thierversuchen[1]) constatirt, dass die durch Russeinathmung schwarzfleckig gewordenen Lungen sich restaurirten, man hat gesehen, wie die Flecken heller und spärlicher wurden, nachdem die Staubeinathmung aufgehört hatte. Auch nach mehr als ein Jahr andauernder Wirkung war diese Entlastung der Lungen von Staub noch lange Zeit zu beobachten. Diese Beobachtungen sind von grösster Wichtigkeit.

1) Nach Arnold, Staubinhalation.

Sie zeigen uns, dass die Gefahren der Staubeinathmung wesentlich vermindert werden, wenn wir die Menge des Staubes verringern, die Zeit des Einflusses beschränken und insbesondere die letztere durch Pausen von Staublosigkeit der Athmungsluft unterbrechen. Je länger diese Pausen und je öfter sie sich wiederholen, desto mehr hat die Lunge Zeit, sich wieder zu reinigen und zu kräftigen. Die Art und Weise, wie der Staub eingeathmet wird, ist ebenfalls nicht gleichgültig. Wenn die Inspiration stossweise, heftig erfolgt, wie viele Arbeiten es mit sich bringen, so dringt der Staub rascher in die tieferen Theile der Athmungswege, als bei normaler, ruhiger Athmung und wirkt bei dieser heftigen Bewegung verletzender, als bei langsamer Einfuhr.

Endlich — und damit rücken wir unserem Thema näher — ist die Art des Staubes von grösster Bedeutung für dessen Wirkung. Ausser dem Material, der chemischen und physikalischen Beschaffenheit der verstaubenden Substanz, kommt auch die Grösse und Form des Staubkorns wesentlich in Betracht. Thierversuche haben ergeben, dass eingeathmeter Lampenruss, der aus unendlich feinen Kügelchen besteht, in gesunden Lungen bei gewöhnlicher Einathmung keine bemerkenswerthen Veränderungen des Gewebes erzeugte; intensive Erscheinungen rief er erst hervor, wenn er längere Zeit hindurch eingeathmet wurde, oder wenn die Lungen bereits erkrankt waren. Steinstaub verhielt sich ganz anders. Trotz geringerer Einathmung war die Wirkung auch auf gesunde Thiere ungewöhnlich rasch und intensiv. Sehr bald trat Athembeschleunigung ein, dann Husten, Katarrh der Athmungswege. Schon nach Tagen zeigten solche Lungen hochgradige Veränderungen, Staubpfröpfe in den Lungenbläschen, Knötchen, Verhärtungen. Scharfkantige, eckige, spitzige Staubpartikel haften ohne Zweifel besser an den Schleimhäuten und dringen leichter in dieselben ein, als glatte rundliche; jene rufen auch nicht nur durch ihre Gegenwart als Fremdkörper entzündliche Reize hervor, sondern indem sie Verletzungen verursachen. Die Form der Staubtheilchen aber ist bedingt durch die Härte, die Structur der Substanz und in vielen Fällen durch die Art ihrer Entstehung.

III.

Die verderbliche Wirkung der Staubeinathmung und die verschiedene Gefährlichkeit einzelner Staubsorten findet beredten Ausdruck in den statistischen Darstellungen über die Häufigkeit der Erkrankung der Athmungsorgane und der Sterbefälle im Gefolge derselben. Während es die extremen Fälle waren, welche auf die Gefahr der Staubinhalation aufmerksam machten, Fälle, in denen sie grosse pathologische Veränderung der Lungen und zum Theil den Tod herbeigeführt hatte (Anthracosis, Siderosis, Chalicosis pulmonum), hat Hirt[1]) durch seine Untersuchungen gezeigt, dass die Einführung von Staub in die Athmungsorgane nicht so weit zu gehen braucht, um gefährlich zu werden, dass im Gegentheil jeder Staubeinathmung eine gewisse Morbilität entspricht, die bei verschiedenen Staubarten verschieden gross ist. Er hat diese Morbilität in seinen Tabellen Band I, pag. 294 ff., in Zahlen ausgedrückt. Dieselben sind so bekannt, so oft ausgezogen und wiedergegeben worden, dass der Hinweis darauf genügt. Interessanter dürfte es sein, späteres statistisches Material zu sammeln, das aber leider spärlich vorhanden ist. Immerhin mögen nachfolgende Zahlen hier Platz finden.

In einer Arbeiterkranken- und Invalidenkasse Wiens[2]), welche im Jahre 1885 44372 Personen umfasste, erkrankten von 1868—1885 von je 1000 Mitgliedern des betreffenden Berufs:

Schneider und Kürschner	215	Im Durchschnitt aller Handwerker und Jahre	423
Sattler und Riemer . .	282	Maurer und Steinmetzen	437
Tischler und Holzarbeiter	326	Schmiede	451
Spengler u. Broncearbeiter	339	Andere als die hier namentlich angeführten . . .	463
Schuster	343	Former und Giesser . .	473
Eisendreher	351	Fabrikarbeiter und Taglöhner	477
Schlosser	354	Maschinenhülfsarbeiter .	488
Weber und Spinner . .	367		
Anstreicher	378		

1) Hirt, Krankheiten der Arbeiter.

2) Uffelmann, Supplement zur Zeitschrift für öff. Gesundheitspflege, Bd. XX, 287.

Viel Beweisendes für den Einfluss des Staubes ist aus diesen Zahlen freilich nicht zu entnehmen; wir erkennen bloss, dass Giesser, Steinmetzen, Fabrikarbeiter ins Gesammt, welche Gelegenheit zum Einathmen harten, scharfkantigen Staubes haben, zu den mit Krankheiten überhaupt hoch belasteten Categorien gehören.

Einem Bericht über die Berliner Krankenkassen mit 67 265 Mitgliedern sind folgende Zahlen entnommen.[1]) Es starben 1886/87 von je 1000 Berufsangehörigen:

Buchdrucker . .	16,8	Schneider . . .	9,0
Drechsler . . .	13,8	Gürtler	8,4
Maler	11,9	Vergolder . . .	8,0
Weber	11,4	Schlosser . . .	7,8
Zimmerer . . .	11,1	Klempner . . .	7,7
Tischler . . .	10,8	Schuster	6,3
Bildhauer . . .	10,7	Tapezierer . . .	5,9
Goldarbeiter . .	10,2	Schlächter . . .	4,5

In dieser Statistik sind leider ausgesprochen staubige Berufe spärlich vertreten. Sehr hoch ist die Mortalität der Drechsler, welche dem Holzstaub ausgesetzt sind, hoch auch bei den Bildhauern, die verschiedenartigen Steinstaub einzuathmen bekommen. Dass die Buchdrucker in dieser Reihe mit der höchsten Sterblichkeit an der Spitze stehen, ist auf keinen Fall der mechanischen Wirkung ihres Berufsstaubes zuzuschreiben, ja es ist auch nicht erwiesen, dass sie der chemischen Eigenschaft desselben zur Last gelegt werden könne.

Auffallend tritt der Einfluss des Staubes in folgenden Daten hervor. Nach Körösi[2]) starben in Ofen-Pest an Affectionen der Athmungsorgane von je 1000

sich körperlich anstrengenden Personen		. . . 495
in Hitze arbeitenden	„	. . . 534
stehend „	„	. . . 552
sitzend „	„	. . . 556

1) Uffelmann, Supplement zur Zeitschrift für öff. Gesundheitspflege, Bd. XXI, 268.

2) Dasselbe, Bd. XVII, 211.

in geschlossenen Räumen arbeitenden Personen .	556
in Staub arbeitenden Personen	569
im Freien „ „	507

Darnach haben also die Staubarbeiter die höchste Mortalität an Erkrankungen der Athmungsorgane.

Zu den werthvollsten Angaben gehören die Tabellen, welche Ogle 1885 publicirt und auch dem VII. internationalen Congress für Hygiene und Demographie in London 1891 vorgelegt hat.[1]) Er setzt die Sterblichkeit der 25—65jährigen Fischer an Phthisis und Erkrankungen der Athmungswege = 100 und schreibt dem Einfluss dauernder Einathmung von Staub folgende Mortalitätsziffern zu:

Kohlengrubenarbeiter .	166	Baumwollarbeiter . . .	274
Zimmerleute, Tischler .	170	Stein- und Schieferbrecher	294
Bäcker	201	Messerschmiede . . .	383
Maurer, Steinhauer . .	229	Feilenhauer	396
Wollarbeiter	234	Töpfer	565

In Uebereinstimmung mit anderen Autoren findet Ogle den Kohlenstaub am unschädlichsten, schädlicher den Holzstaub, der Mehlstaub, sagt er, scheine nicht nachtheilig zu wirken, Stein- und Textilfaserstaub werden vom metallischen in ihrer Wirkung übertroffen, und alle überragt an Gefährlichkeit jener, den die Töpfer einzuathmen bekommen.

Der Autor hat sich bestrebt, andere krankmachende Einflüsse auszuschliessen, was ihm aber nicht vollständig gelungen ist. Dies ist jedoch zur richtigen Würdigung der Staubwirkung durchaus nöthig, oder aber man muss nur solche Staub- und Nichtstaubarbeiter mit einander vergleichen, welche im Uebrigen unter möglichst ähnlichen Verhältnissen stehen. Von diesem Gesichtspunkt aus betrachtet sind folgende Zahlen Dr. Anackers[2])

1) Transactions des Congresses und Supplement to the 45th Annual report of the Registrar-General of Births, Deaths and Marriages in England. London 1885.

2) Uffelmann, Supplement zur Zeitschrift für öff. Gesundheitspflege, Bd. XVII, 225.

von Werth: Von den 1050 Arbeitern einer Glasfabrik erkrankten in einem Jahre

von den Schleifern	20 %
„ „ Glasern	14 %
„ „ anderen Arbeitern .	14,1 %.

Von 11 in dem gleichen Jahr überhaupt vorgekommenen Todesfällen trafen 6, von 8 Phthisistodesfällen 5 auf die Schleifer. Durch diese Zahlen wird deutlich die grössere Erkrankungsgefahr in Folge Einathmung von Glasstaub dargethan.

Aus einer grossen Papierfabrik berichtet Fremmert[1]), dass von allen Krankheiten auf die Respirationsorgane entfielen

bei den Hadernarbeitern . .	14,6 %
„ „ übrigen Arbeitern . .	10,7 %.

Die 4 % Ueberschuss bei den ersteren dürften wohl ihrer staubigen Arbeit zuzuschreiben sein.

Dem Werke von Schuler und Burckhardt[2]) entnehme ich folgende Daten. Von 1000 Arbeitern wiesen Erkrankungen der Athmungsorgane auf

Luft staubig		Luft mit wenig oder ohne Staub	
in Baumwollspinnereien:			
Arb. an Batteur, Opener, Carden	71,9;	Arb. an Lamin., bancs à broches, Spinner .	39,8;
in Baumwollwebereien:			
Spuhler und Zettler . .	62,1;	Weber	50,1;
in Papierfabriken:			
Lumpensortirerei . . .	96,9;	Papiersaal	93,8;
in Maschinenfabriken:			
Giesser	87,5;	Schlosser, Dreher . . .	76,4.
Schleifer und Polirer . .	79,8;		

Abgesehen von der mehr oder weniger staubigen Arbeit stehen die in den beiden Rubriken einander gegenüber gestellten

1) Uffelmann, Supplement zur Zeitschrift für öff. Gesundheitspflege, Bd. XXIV, 332.

2) Schuler und Burckhardt, Untersuchungen über d. Gesundheitsverhältnisse der Fabrikbevölkerung in der Schweiz, 1889.

Arbeiterkategorien unter möglichst ähnlichen Verhältnissen, ausgenommen etwa die Giesser, welche offenbar unter den grossen Temperaturschwankungen, denen sie ausgesetzt sind, stark zu leiden haben.

Vortreffliche Angaben macht Oldendorff.[1]) Er fand, dass die Schleifer von Eisenwaaren, welche besonders intensiver Staubwirkung ausgesetzt sind, im Total und in allen Altersklassen eine höhere Sterblichkeit haben, als die Schmiede, Schlosser, Feiler etc., dass ferner das Durchschnittsalter der Nassschleifer 3—4 Jahre höher sei, als das der Trockenschleifer. Während in dem bestimmten Industriebezirk die Gestorbenen der letzteren Berufsgruppe 40,7 Jahre alt geworden waren, hatten jene 43,3 bis 44,1, die Eisenarbeiter 45,8 Jahre erreicht. Nach Thackrah[2]) betrugen in Sheffield die Durchschnittsalter der

Beruf	Jahre	Schleifart
Gabel-Schleifer	29	nur trocken,
Rasirmesser-Schleifer	31	nass und trocken,
Scheeren- ,,	32	,, ,, ,,
Federmesser- ,,	34	,, ,, ,,
Tafelmesser- ,,	35	vorzugsweise nass,
Feilen- ,,	35	nur nass,
Sägen- ,,	38	,, ,,
Sensen- ,,	38	,, ,,

Bei der grossen Mehrzahl aller dieser Arbeiter liegt die Todesursache in chronischen Affectionen der Athmungsorgane in Folge der Staubeinathmung.

Ohne die Ausscheidung der übrigen krankmachenden Factoren oder bei Vergleichung sehr ungleichartiger Verhältnisse, kann die Wirkung des Staubes kaum richtig taxirt werden. So geben auch die bekannten Hirt'schen Zahlen über die Krankheiten der Staubarbeiter diesen Einfluss unmöglich richtig wieder; in der Rubrik „Brustkrankheiten in Summa" [3]) sind wohl vielmehr

1) Oldendorff, Der Einfluss der Beschäftigung auf die Lebensdauer des Menschen.

2) Citirt von Oldendorff.

3) Hirt, Krankheiten der Arbeiter, Bd. I, 294.

die Wirkungen aller die Respirationsorgane krankmachenden Ursachen verzeichnet, als nur speciell die des Staubes. Folgende Zahlen müssen zu diesem Schluss führen. Hirt gibt für die

Schornsteinfeger	41,8 %
Porzellanarbeiter	40,0 %
Zeug-, Messer-, Nagelschmiede	36,3 %
Drechsler	32,9 %
Hutmacher	32,5 %
Cementarbeiter	31—27 %
Töpfer	27,6 %

Brustkrankheiten an.

Nach späteren Autoren und namentlich nach experimentellen Versuchen sind aber Russ und Kohlenstaub relativ am unschädlichsten, so weit die mechanische Wirkung in Frage kommt. Wie ist es nun möglich, dass Staub von Porzellan- und Töpfergeschirr, Metall, Holz, Haaren, Cement die Athmungsorgane weniger gefährden sollen, als Russ? Wie so kann andererseits der Staub beschuldigt werden für die 64 % Brustkrankheiten der Friseure, die 70 % der Weber, die 86,8 % der Formenstecher? Offenbar wird die relativ hohe Erkrankungsfrequenz der Schornsteinfeger durch viele andere Momente bedingt, als durch den eingeathmeten Staub.

Während Hirt so dem Staub wohl eine zu grosse Morbilität zuschreibt, verfällt Prof. Vogt[1]) in das andere Extrem und macht sich über die „Cabinetstücke" der Kiesel-, Kohlen-, Eisenlunge etc. lustig, „welche alle in einer anatomischen Raritätensammlung besser am Platze sind, als in der Gewerbehygiene." Vogt zweifelt daran, dass der eingeathmete Staub krank zu machen im Stande sei, derselbe übe nur auf schon kranke Lungen einen Einfluss aus. Zur Erhärtung seiner Ansicht über die Ungefährlichkeit des Staubes stellt er einige Daten über Staub- und Nichtstaubarbeiter aus Ogle's[2]) Tabellen von 1885

1) Dr. A. Vogt, Die allgemeine Sterblichkeit und die Sterblichkeit an Lungenschwindsucht in den Berufsarten. Zeitschrift für schweiz. Statistik, 1887, S. 249 u. ff.

1) Ogle im Supplement to the 45th Annual report of the Registrar-General of Births, Deaths and Marriages, London 1885.

zusammen. In den gewählten Beispielen haben nun die Arbeiter der drei staubigen Berufe wirklich eine geringere Sterblichkeit als die in den vier nicht staubigen, sowohl überhaupt, als an Phthisis und sonstigen Krankheiten der Athmungsorgane. Es wäre aber ein leichtes, aus Vogt's eigenen Tabellen über die Schwindsuchtsterblichkeit Beispiele herauszugreifen und so zusammenzustellen, dass sie einen gegentheiligen Schluss mit ebenso grossem Recht erlauben würden. Ueberhaupt halte ich eine Vergleichung von Droschkenkutschern, Bierbrauern, Gastwirthen, Metzgern einer-, mit Bäckern, Schreinern, Strumpfwirkern andererseits nicht für beweiskräftig, um den Einfluss des Staubes zu leugnen oder zu illustriren. Wie schon bemerkt, soll man streng genommen nur Arbeitergruppen oder Berufsarten vergleichen, für welche die Verhältnisse, abgesehen vom Staub, möglichst gleich liegen Die Beobachtungen für eine zuverlässige, umfassende derartige Statistik sind aber leider eigentlich noch nicht gemacht. Die vorhandenen Angaben der Autoren lassen sich meist nicht mit einander vergleichen, weil die einzelnen Beobachtungsgruppen in ihrem Umfang sich selten decken. Was bis jetzt vorliegt, sind zum Theil treffliche Monographien, deren Vermehrung man dringend wünschen muss.

IV.

Metallstaub.

Zu den prägnantesten Staubformen gehören diejenigen der Metalle. Wenn Eisen und Stahl unter ihnen die ersten Stelle einnehmen, hängt das von der Häufigkeit ihrer Verwendung und von der Art ihrer Verarbeitung ab. Ihnen zunächst ist das Blei zu erwähnen und an dritter Stelle die verschiedenen Legirungen von Kupfer und Zinn.

Eisen- und Stahlstaub

entsteht ganz rein beim Schleifen von Nadeln und groben Cardenzähnchen auf geriffelten, rotirenden Stahlwalzen. Die letzteren arbeiten von den mit gewisser Kraft gegen sie angedrückten Drähtchen ein anscheinend feines Pulver ab, welches sich unter dem Mikroskop in charakteristische gröbere und feinere Partikeln mit vielfach zerrissenen, zackigen Rändern und scharfen Spitzen

auflöst (Taf. VIII, Fig. 1). Im Allgemeinen ist es ein ziemlich grober Staub, seine Korngrösse schwankt zwischen 0,02 und 0,25 mm. Mit je grösserer Kraft das Arbeitsstück auf die Riffelwalze gedrückt wird, desto gröber und schwerer wird der Staub, der sich vor dem Schleifapparat in einem Häufchen sammelt, wenn er nicht direct durch eine Staubabsaugung abgeführt wird. Geschieht letzteres nicht, ist die Gefahr für den Arbeiter um so grösser, weil er vorn übergeneigt bei seiner Arbeit sitzt und so Mund und Nase in die Nähe der Staubquelle bringt.

Sehr wenig mit Schmirgel verunreinigter Eisenstaub entsteht beim Schleifen der Cardengarnituren. Um allen den feinen Zähnchen die gleiche Länge und die gleiche Richtung der Spitze zu geben, wird die Garnitur in der Fabrik um einen grossen Tambour gewickelt und dieser in Rotation versetzt, während sich in entgegengesetzter Richtung ein Schmirgelschleifstein über die Spitzen der Zähnchen dreht. Die gleiche Operation wird täglich auch in den Baumwollspinnereien ausgeführt beim Nachschleifen der Garnituren auf Tambouren und Deckeln der Cardenmaschinen. Der entstehende Staub ist hier und dort der gleiche (Taf. VIII, Fig. 2a und b). Zum Unterschied vom Stahlwalzenschliff ist er sehr fein und besteht in Hauptsache aus winzigen Drähtchen und Metallfäserchen; anscheinend gröbere Klümpchen lösen sich häufig in lauter solche Fäserchen auf, wenn man mit dem Deckgläschen darauf drückt. Der Druck des Schleifsteins auf den zu bearbeitenden Gegenstand ist nur gering, dagegen ist die Geschwindigkeit, mit welcher die Abarbeitung des Stahls erfolgt, viel grösser als im ersteren Fall. Die blosse Betrachtung der Zeichnung zeigt, dass dieser Staub gefährlicher sein muss, als jener, weil er vermöge des feineren Korns leichter und tiefer eingeathmet werden kann, und vermöge der Form seiner Theilchen besser befähigt ist, sich an den Wänden der Luftwege und der Lungenbläschen festzusetzen.

Die letztere Eigenschaft vereinigt mit einer die Entstehung von Verletzungen begünstigenden Korngrösse jener Staub, welcher beim trocknen Schleifen von Eisen auf Schmirgelscheiben entsteht, wie es in Giessereien und mechanischen Werkstätten täglich vor-

kommt. Die matte, rauhe Oberfläche des Arbeitsstückes wird hierbei mit einer sehr grossen Geschwindigkeit des Schleifkörpers und unter möglichst grossem Druck von Seite des Arbeiters angegriffen. Es entsteht massenhafter Staub, der durch die Fliehkraft, welche die Maschine erzeugt, weit fortgeschleudert und zum grossen Theil beständig in der Luft suspendirt gehalten wird. An mehrere Meter entfernten Mauern und Fenstern ist das Anfliegen der Eisentheilchen aus einem breiten, rostrothen Streifen erkenntlich und die Luft in einem solchen Schleiflokal ist oft wie mit Rauch erfüllt, so dicht ist der Staub. Abgesehen von dem in der Luft schwebenden Staub, den die Leute im Arbeitslokal einzuathmen bekommen, ist der Arbeiter an der Maschine selbst noch gefährdet durch von der letzteren ihm förmlich angeworfene Staubtheilchen. Diese fliegen tangential zum Schleifstein in allen Richtungen davon; läuft derselbe oben vom Arbeiter weg, so verhindert die Auflage oder sonstige Vorrichtung, wo solche vorhanden, das Vordringen des fortgeschleuderten Staubes von unten her bis zum Gesicht des Arbeiters; bei der umgekehrten Drehrichtung aber fliegen ihm die Staubtheilchen direct an den Kopf. Wenn man glaubt, dieselben fallen unter der Auflage zu Boden, so ist das nur zum Theil richtig. Beobachtet man den rotirenden Schleifstein in der Richtung seiner Achse, so sieht man — besonders deutlich, wenn Funken sprühen — wie Staub durch die rasche Bewegung unten herum genommen und wieder in die Höhe gebracht wird; ein feuchtes weisses Papier vor den Arbeiter gehalten, wird bald schwarz besprenkelt. Den besten Beweis dafür, dass wirklich der Staub dem Arbeiter ins Gesicht geschleudert wird, bilden übrigens die vielen beim Schmirgeln vorkommenden Augenverletzungen. Während zu deren Verhütung Schutzbrillen immer häufiger getragen werden, sieht man leider nur selten einen Respirator die Eingangsöffnungen zu den Athmungsorganen vor dem Staub schützen. Und doch ist er der gefährlichsten einer. Bei nicht zu starker Vergrösserung (Tafel VIII, Fig. 3) präsentirt sich eine Probe desselben wie ein Häufchen mikroskopischer Bohr- oder Drehspähne. Die vorherrschenden Formen sind dünne Drähtchen und schmale Bänder,

ein- oder beidseitig in Haarspitzen auslaufend, mit ausserordentlich scharfen Kanten; breitere Bänder sind schraubenförmig gedreht, gröbere und feinere spiralig eingerollt, wobei gewöhnlich die convexe Seite sägeartig zackig eingerissen ist. Zwischen den Spähnen liegen vereinzelt, oder zu zwei und mehreren zusammengebacken, kugelige Körner, welche durch die beim Schleifen erzeugte Hitze geschmolzene Eisentheilchen darstellen. Eine lineare Staubform endigt auch nicht selten auf der einen Seite in ein derartig geschmolzenes Kügelchen, so dass die Gebilde oft an die bekannten Glasthränen erinnern. Bei dieser Beschaffenheit des Staubes sind dessen verderbliche mechanische Wirkungen sehr begreiflich.

Je nach der Natur der Schleifsteine und je nach der Art ihrer Benützung werden dem Eisen oder Stahl staubförmige Theilchen des schleifenden Materials in grösserer oder geringerer Quantität beigemengt. Ein solches Gemenge von Eisen und Schmirgel zeigt Taf. VIII Fig. 4; die Formen des erstern sind die bekannten und von denen des Schmirgels leicht unterscheidbar. Ein besonders gefährliches Staubgemenge muss das von Eisen und Sandstein sein, sowohl hinsichtlich des enormen Quantums, in dem es entsteht, als auch wegen seiner Wirkung auf die Lungen. Aus eigener Anschauung habe ich es zwar glücklicherweise nicht kennen gelernt, denn ich sah bei uns nirgends, dass Eisen auf Sandstein trocken geschliffen wird. Dies muss in England dagegen gewöhnlich gemacht werden, oder wenigstens gemacht worden sein, denn diesem Staub schreiben die Autoren das Schleifer-Asthma zu, eine charakteristische, weit verbreitete Krankheit der Schleifer verschiedener Eisen- und Stahlwaaren. Wahrscheinlich verdrängt auch dort die Schmirgelscheibe den Sandstein, die beim Trockenschleifen viel weniger Staub entwickelt.

Ein complicirteres eisenhaltiges Gemenge ist der Staub in Giessereien und Gussputzereien. Gussputzen und vieler Orts das Zurüsten des Giessersandes gehören zu den staubigsten überhaupt vorkommenden Arbeiten. Dieser Sand besteht aus Quarz, welchem kalkfreier Thon und Kohle zugemischt werden. Das Gemenge wird gemahlen und gesiebt. Wo diese Operationen nicht in

geschlossenen Maschinen vorgenommen werden, haben wir immer stauberfüllte Locale. Beim Giessen backen die vom flüssigen Eisen berührten Theile der Sandform zusammen und kleben sich mitunter fest an das Gussstück an. Sache der Gussputzer ist es, die aus der Form gehobenen Stücke von diesen Anhängseln zu befreien. Dies geschieht durch Abschlagen, durch Hämmern, Meisseln, Bürsten, Schmirgeln. Dabei entsteht immer sehr viel Staub, der natürlich die Gemengtheile des Giessersandes und Eisen enthält. Unsere Taf. VIII Fig. 5 zeigt solchen aus der Luft niedergeschlagenen Staub.

Eine andere ziemlich häufige Art von Metallstaub entweicht den Undichtigkeiten sog. Rollfässer, in welchen kleine Eisengegenstände, geschmiedete Nägel, Schrauben, Scharniere, Fischbänder, auch kleine Gussstücke polirt werden. Um dieselben von einer anhaftenden Oxydulschicht zu befreien, werden sie mit Sägespähnen, Hammerschlag, oder auch für sich allein in ein Rollfass eingesetzt und dieses längere Zeit in Rotation erhalten, wobei die Gegenstände sich gegenseitig abscheuern. In diesem Abreibsel finden wir unter dem Mikroskop neben groben Brocken feine unregelmässige Krümmchen, die leicht in wieder kleinere Theilchen zerfallen. Dieser Staub zeigt von den frühern wesentlich verschiedene Formen entsprechend seiner chemischen Natur und seiner Entstehungsweise.

Wiederholt habe ich es mir angelegen sein lassen zu beweisen, dass der Staub auch wirklich eingeathmet wird. Zu dem Zweck liess ich mir von zuverlässigen Arbeitern die ersten Sputa nach dem Aufstehen am Morgen geben. Die Taf. VIII Fig. 6 zeigt Staub aus dem Sputum eines Giessers. Hier muss ich ausdrücklich auf die stärkere Vergrösserung aufmerksam machen, welche bei diesem Präparat angewendet wurde. Aus der Abwesenheit der groben Staubtheilchen muss man schliessen, dass dieselben in Mund, Nase und den obern Partien der Luftröhre zurückgehalten und von dort bereits wieder hinausbefördert wurden. Das Präparat ist dagegen ein Beweis für die grössere Gefährlichkeit des feinen Staubes, der viel tiefer eingeathmet und offenbar während des Schlafes durch die Bewegung des Flimmerepithels ein Stück weit

zurücktransportirt wurde. In dem Sputum fanden sich viele farblose Blutkörperchen und Staubzellen von meist rundlicher Gestalt; bei andern, den letztern ähnlichen Erscheinungen, hatte man den Eindruck, als wären Staubtheilchen von einem Bläschen umhüllt worden. Soweit nicht die Form (Stäbchen der Kohle) und übrige physikalische Eigenschaften (Durchsichtigkeit der Quarzkörner) zur Erkennung einzelner Partikel ausreichen, kann man mit Vortheil chemische Reactionen unter dem Mikroskop anwenden und durch Behandlung mit Salzsäure und Ferrocyankalium mit Sicherheit das Eisen nachweisen durch das sich bildende Berlinerblau.

Bleistaub

und bleihaltiger Staub sind wegen ihrer physikalischen Wirkung wohl selten oder nie erwähnt, obschon eine solche ebenfalls vorhanden ist. Dagegen haben die chemischen Eigenschaften, die Giftigkeit desselben, das höchste Interesse aller betheiligten Kreise erweckt. Soweit es sich um den Staub von metallischem Blei (Jacquardgewichte) und Bleilegirungen (Letternmetall) handelt, möchte ich an dieser Stelle nur einem häufig gemachten Einwand entgegentreten. Man sagt, derselbe könne sich in der Luft nicht verbreiten, weil er so schwer sei. Allerdings ist sein specifisches Gewicht über 11, allein die von Lettern und Jacquard-Bleigewichten abgeriebenen Partikel sind so fein, dass ein Verstäuben leicht möglich ist (Taf. VIII Fig. 7). Wenn zudem auch ein leiser Hauch den Staub liegen lässt, so ist einleuchtend, dass ein starker Luftzug ihn forttragen kann. Nimmt denn nicht auch der Sturmwind die zu Pulver zerriebenen und zertretenen schwersten Gesteinsarten: Sandstein, Kalkstein, Granit etc. über Bäume, Häuser und Thürme mit sich? Wo diesem schweren Metallstaub Gelegenheit gegeben ist, fortgetragen zu werden, ist es also gar nicht zu verwundern, dass wir ihn mehrere Meter über dem Fussboden bis unmittelbar unter der Decke vorfinden. Dies auf chemischem Wege zu beweisen, ist mir bei Jacquardwebereien leicht, in Buchdruckereien bis jetzt nicht gelungen. Dort findet eine immerwährende Bewegung der Luft statt, in welcher der Staub schon

bei seiner Entstehung suspendirt ist, hier sammelt sich der Bleistaub im Wesentlichen in den Fächern der Setzerkästen, aus denen er nur beim Ausblasen derselben herauskommt.

Im Anschluss mögen hier die Verhältnisse der Feilenhauer erwähnt werden, welche durch den Bleistaub gefährdet werden, der sich von den Unterlagen ihrer Arbeitsstücke ablöst. Zugleich aber sollen sie schwer zu leiden haben unter der mechanischen Wirkung von Eisen- und Mineralstaub. Um das Rutschen der Unterlage auf dem Amboss beim Hämmern zu verhüten, bringen viele von Zeit zu Zeit etwas Sand dazwischen, der durch das Draufschlagen in ganz feinen Staub reducirt wird und verfliegt. Bei der vorn übergeneigten Haltung der Arbeiter und der häufig angestrengten stossweisen Respiration, wie sie durch das Heben schwerer Hämmer bedingt wird, liegt die Möglichkeit der Einathmung dieses Staubes nahe. Doch haben Anfragen bei den Arbeitern nicht das düstere Bild ergeben, welches manche Autoren vom Gesundheitszustand dieser Berufsangehörigen entworfen haben. Freilich muss gesagt werden, dass mir nur ein beschränktes Feld der Beobachtung zu Gebote steht.

Wie vom Blei-, so wird in der Literatur auch vom

Bronce- und Messingstaub

hauptsächlich die chemische Wirkung hervorgehoben. In der Metallindustrie sehen wir dieses Material selten in Staubform auftreten, weil dasselbe nicht wie Eisen geschliffen, sondern gewöhnlich gedreht wird, wobei grobe Spähne, nicht Staub entsteht. Einzig durch Feilen werden gelegentlich so feine Partikel abgelöst, die man als Staub ansprechen kann. Die einzelnen Formen sind denen des Schmirgelstaubs von Eisen ganz ähnlich, aber durchweg viel gröber und plumper, so dass ich zweifeln muss, ob dieser Staub für die Einathmung in Frage komme. Dies ist dagegen sicher der Fall bei jenem Staub, der beim Bronciren von Etiquetten und ähnlichen Papeteriewaaren entsteht. Dieser ist viel feiner, brockig, krümmelig, wie wenn er durch Pulverisiren jener Feilenspähne entstanden wäre, was möglicherweise zutrifft. Die einzelnen Theilchen sind in allen Richtungen scharfzackig,

was man bei dem brillanten Lichtreflex unter dem Mikroskop sehr gut wahrnimmt, im optischen Durchschnitt, wie ihn Taf. VIII Fig. 8 zeigt, aber nicht darstellen kann.

In ähnlicher Form wie in den Feilenspähnen finden wir Messing gelegentlich in Schuhfabriken im Schleifstaub von Sohlen und Absätzen, wie aus Taf. X Fig. 48 ersichtlich ist.

Sieht man von den vorzugsweise chemisch wirkenden Staubarten ab, so bleibt an mechanisch wirksamem Metallstaub hauptsächlich Eisen und seine Oxyde übrig, rein oder unter andern Substanzen (Schmirgel, Sandstein, Quarz, Thon, Kohle etc.) vermischt. Die von Zenker 1865 beobachtete Eisenlunge ist klassisch geworden; sie stellt den am weitesten fortgeschrittenen Process der Einlagerung von Eisenstaub in die Lungen und daheriger Zerstörung dar. Merkel, der acht andere Fälle beobachtet hat, versichert[1]), dass die Eisenstaubkrankheit in den hochgradigen Stadien sich »in keiner Weise von dem gewohnten Bilde der Lungenschwindsucht unterscheidet«. Glücklicherweise sind diese extremen Fälle nicht häufig; Merkel sagt aber richtig, die Bedingungen dazu »beginnen beim Schlosser und Schmiedegesellen und reichen durch alle die zahllosen Industriezweige, in deren Folge Eisentheile staubförmig in die Lungen gelangen können, hindurch«. Ueber die Häufigkeit der Erkrankungs- und Todesfälle in Folge Einathmung von Metallstaub finden sich leider neuere Zahlen spärlich, in der Literatur stösst man immer wieder auf die Hirt'schen Angaben. Besonders Schlimmes schreiben die Autoren über den Gesundheitszustand der Schleifer jeglicher Metallwaaren. In dieser Beziehung stehen die Engländer mit ihrem schon erwähnten Schleifer-Asthma obenan. Canedy[2]) berichtet, dass in einer Messerschmiede mit durchschnittlich 40 Arbeitern innerhalb 10 Jahren 23 an chronischen Brustaffectionen zu Grunde gegangen seien. Von grossem Werth sind die schon erwähnten Untersuchungen von Oldendorff[3]) über die

1) Merkel in Ziemssen's Handbuch der Pathologie und Therapie.

2) Nach Uffelmann, Supplement zur Zeitschrift f. öff. Gesundheitspflege, Bd. XX, 305.

3) Oldendorff, Der Einfluss der Beschäftigung auf die Lebensdauer des Menschen.

Gesundheitsverhältnisse der Eisenarbeiter in Solingen, Remscheid und Kronenberg, die sich mit der Herstellung von Messern, Gabeln, Scheeren, Sägen, Sensen etc. befassen. Er zeigt an Hand eines reichen statistischen Materials, dass ihre Sterblichkeit, vor allem diejenige der Schleifer, erheblich höher ist, als die der übrigen Bevölkerung des fraglichen Industriebezirks. In dem Zeitabschnitt von 1850—74 betrugen die Durchschnittsalter der erwachsenen, über 20 Jahre alt gestorbenen

Schleifer	39,4 Jahre
Eisenarbeiter	48,3 „
übrigen männlichen Bevölkerung .	54,4 „

Von 895 untersuchten Schleifern befanden sich 39,6 % nicht mehr im Vollbesitz der Gesundheit; von diesen litten 73,2 % an Affectionen der Respirationsorgane. Welchen Antheil die letztern an den Todesfällen haben, zeigen folgende Zahlen: In dem fraglichen Industriebezirk starben 1875 über 20 Jahre alt

	an Krankh. der Athm.-Organe	spec. an Lungenschwindsucht
Schleifer	82,6%	78,3%
Eisenarbeiter	64,8%	59,0%
übrige männl. Bevölkerung	51,0%	46,0%.

Von der speciellen Schleiferkrankheit sagt Oldendorff wie Merkel, sie stelle sich als eine unter dem Bilde der Lungenschwindsucht verlaufende, äusserst chronische Lungenaffection dar und sei durch das Eindringen des Schleifstaubes in's Lungengewebe verursacht. Alle die Zahlen Oldendorff's sprechen nicht nur für eine besondere Morbidität der Eisenarbeiter, sie sind zugleich treffliche Beweise für die krankmachende Wirkung des Metallstaubes.

Mineralstaub.

Die frühesten Beobachtungen über die Wirkung eingeathmeten Staubes machte Ramazzini in Bezug auf den Steinstaub. Er wies schon 1703 auf die Steinhauerkrankheit hin, die er als Folge des in die Athmungsorgane eingedrungenen Staubes erklärte. Nach ihm haben sich eine ganze Reihe von Autoren mit der Sache befasst, eine reiche Literatur ist darüber entstanden, die

einstweilen, soviel mir bekannt, mit der sehr lesenswerthen Arbeit Dr. Sommerfeld's: »Die Berufskrankheit der Steinmetzen und Bildhauer. Berlin 1892« abschliesst. Die Untersuchungen der Autoren beschlagen zwar die verschiedenartigsten Berufe und Arbeitergruppen, sowohl die Glasstampfer und -Schleifer, als die Porzellanarbeiter, die Diamant- und Achatschleifer u. a. m.; immer aber sind es die Steinhauer, denen die meiste Aufmerksamkeit zugewendet wurde. Der Grund liegt wohl einmal in der grossen Verbreitung dieses Gewerbes, das nirgends auf bestimmte Plätze localisirt ist, sodann in seinen wirklich auffallend ungünstigen Krankheits- und Sterblichkeitsverhältnissen. Dr. Sommerfeld sagt darüber: »Wer mit dem 15. Lebensjahr in den Steinmetzberuf eintritt, geht nach einer durchschnittlichen Arbeitsdauer von 21 Jahren, wer Jahr aus Jahr ein ausschliesslich in Sandstein arbeitet, bereits nach 19—20 Jahren zu Grunde, während der übrigen gesammten männlichen Bevölkerung im Alter von 14 Jahren eine fernere durchschnittliche Lebensdauer von noch 41 Jahren vergönnt ist«. Die häufigste Krankheit und zugleich die häufigste Todesursache in diesem Beruf ist die Lungenschwindsucht. Von 344 gestorbenen Angehörigen des Verbandes der Steinmetzen in Deutschland erlagen 311 dieser Krankheit, und in einer ganzen Reihe von Städten des Verbandsgebiets wurden sämmtliche Todesfälle der Berufsgenossen innert vier Jahren durch sie verursacht. Auch bei uns in der Schweiz sieht es nach Kummer[1]) nicht besser aus. Stellt man aus seiner Tabelle über die Lungenschwindsuchtssterblichkeit nach Berufen (1879—82) diejenigen Gruppen zusammen, deren Arbeitsverhältnisse, abgesehen vom Staub, mit denen der Steinhauer sich so gut als möglich vergleichen lassen (freie Luft, Wind und Wetter, körperliche Anstrengung), so ergibt sich folgendes Bild. Es entfielen Phthisistodesfälle auf 1000 lebende

Eisenbahnarbeiter	12,51
Bauern, Gärtner	13,67
Schweiz total im Mittel . .	21,57

1) Kummer nach Encyclopédie d'hygiène, I, 268.

Zimmerleute	24,84	
Post- u. Telegraphenbeamte	27,37	nur theilweise vergleichbar
Maurer und Gypser . . .	27,42	
Fuhrleute	37,66	
Steinhauer	68,75	

Die Schwindsuchtssterblichkeit der Steinhauer ist also mehr als dreimal so gross wie die der ganzen Bevölkerung im Mittel und am grössten von allen (über 30) von Kummer angeführten Berufsarten. Sommerfeld weist ferner nach, dass nach einer durchschnittlichen Arbeitszeit von 14—15 Jahren bereits 1/3 aller Steinmetzen an Lungenschwindsucht krank ist, und diese verheerenden Wirkungen, sagt er, dürfen fast ausschliesslich dem Steinstaub zugeschrieben werden; die andern Einflüsse: wie Temperaturwechsel, Witterung, Haltung bei der Arbeit, seien untergeordnet.

Wie sieht nun der gefährliche Feind aus? Es mag praktisch sein, alle bei Besprechung des mineralischen Staubes in Betracht kommenden Materialien folgendermaassen zu ordnen, wobei ich mir wohl bewusst bin, dass die Classifizirung sich nicht streng an die Regeln der Petrographie hält.

1. Einzelne Minerale, meist krystallisirte Substanz, häufig Krystallindividuen: Quarz, Schmiergel, Calzit, Diamant, Meerschaum.

2. Krystallinische Gesteine, d. h. solche, welche ein deutliches Gefüge von Krystallen einer oder mehrerer Mineralspecies erkennen lassen, z. B. Marmor, körniger Gyps, Granit, Gneiss, Syenit, Diorit.

3. Conglomerate und Breccien, wie Sandstein, viele Mühlsteine, Schmiergelstein.

4. Dichte Gesteinsarten: Kalkstein, Schiefer, Gyps, Cementstein.

5. Artefakte: Glas, Porzellan, gebrannter Thon, Schlacken.

Für die Steinhauerei kommen hauptsächlich die sub 2 und 3 genannten Gesteinsarten in Betracht. Es ist einleuchtend, dass die Struktur und Härte derselben auf die Menge, Form und Grösse der Staubtheilchen, welche bei deren Verarbeitung ent-

stehen, von Einfluss sind. Bei gleicher Bearbeitungsweise sind Steine mit erdigem Bruch (viele Sandsteine) eher zur Bildung von reichlichem Staub geneigt, als solche mit glasigem, muscheligem (Quarz, Kalkstein); harte, compakte Minerale (Silikate) geben schärfere Formen als weichere (Gyps); aus krystallinischen Gefügen erhalten wir leicht die einzelnen Gemengtheile frei heraus, die ihrerseits wieder in Trümmer zerfallen. Gestalt und Dimensionen dieser letztern sind, wie überhaupt bei Bruchstücken von Krystallen, in hohem Maasse abhängig von der Spaltbarkeit der krystallisirten Substanz. In gröberem Granitstaub (Taf. VIII, Fig. 9) erscheint der ausserordentlich leicht spaltbare Glimmer in Form feiner Blättchen, der sehr unvollkommen spaltbare Quarz vorwiegend als rundliche knollige Massen, an den Felsspatstücken erkennt man nicht selten die durch specifische Spaltbarkeit bedingten Winkel. Die Rhomboeder des Calcites lassen sich häufig an ganz feinen Partikeln des Marmorstaubes (Taf. VIII, Fig. 10) noch nachweisen. Aehnlich verhalten sich die Gemengtheile des Syenites (Taf. VIII, Fig. 11), von denen besonders die Amphibolkrystalle noch durch ihre grüne Farbe auffallen. Bei den Sandsteinen müssen wir unterscheiden zwischen dem Sandkorn und dem Bindemittel. Beim ordinären Sandstein ist ersteres in der Regel Quarz, letzteres sehr verschieden, bald Thon, bald Kalk oder Kiesel, amorph oder krystallinisch. Die Form und Grösse des Staubkorns hängt also hier von mehr Factoren ab, als bei den ersteren Gesteinsarten. Betrachtet man alle diese Arten Steinstaub bei 100- bis 200facher Vergrösserung, so erkennt man unzweifelhaft, dass die krystallinisch körnigen Gesteine schärfere, verletzendere Staubformen liefern als der Sandstein. Obschon auch hier (Taf. VIII, Fig. 12) spitzige Körner nicht fehlen, findet man denn doch eine grosse Zahl rundlicher, die in den erstern Präparaten fast ganz fehlen, es sei denn, dass sie von Quarz herrühren (Granit). Und doch betont Sommerfeld wiederholt, dass gerade der Sandsteinstaub am schädlichsten sei; ich kann mir diess nur dadurch erklären, dass Sandstein eben reichlicher Staub entwickelt, als die krystallinischen Gesteinsarten.

In neuerer Zeit wird bei Bauten häufig der sogenannte Lyoner-Stein angewendet, ein gelblich weisser, weicher, erdiger Sandstein, der weniger mit Meissel und Hammer, als durch Sägen, Abschaben, gleichsam Radiren, sowie auf der Drehbank verarbeitet wird. Bei dieser Arbeit entsteht massenhafter feiner Staub. In demselben erkennt man unter dem Mikroskop (Taf. VIII, Fig. 13) leicht das kleine kugelige Quarzkorn in traubige Häufchen zusammengekittet und lose massenhaft daliegend, während der reichliche, viel feinere Detritus wohl hauptsächlich vom Bindemittel herrührt.

Eine specielle Branche der Steinhauerei ist das Behauen von Mühlsteinen. Zu solchen werden verschiedene Gesteinsarten verwendet: Sandstein, Porphyr, Basalt, poröses Quarzgestein u. a. m. Je nach dem Material ist auch der Staub verschieden. Ich habe in Taf. VIII, Fig. 14 solchen abgebildet von sogenanntem Nurtinger Mühlstein aus einer Mühle. In seiner makroskopischen Structur gleicht das Gestein dem Granit oder sonst einem krystallinischen Gefüge. Der Staub weist ausserordentlich scharfkantige verletzende Formen auf. Nach den Autoren sind die Krankheits- und Sterblichkeitsverhältnisse der Mühlsteinarbeiter denen der Steinmetzen durchaus ähnlich. Nach Peacock[1]) starben in einer Londoner Mühlsteinfabrik 40 % aller Arbeiter an Lungenschwindsucht, und in Breslau bleibe, wie Sommerfeld berichtet, selten ein Arbeiter länger als 8 Jahre in einer Mühlsteinfabrik, ohne die Krankheitserscheinungen der Kiesellunge darzubieten.

Bei der Steinhauerei muss ich noch den Kalkstein erwähnen, wahrscheinlich der verbreitetste Repräsentant der dichten Gesteinsarten. Aeusserlich zeigen diese eine durchaus homogene Structur, aber unter dem Mikroskop erweisen sie sich zusammengesetzt aus winzig kleinen, auch bei ziemlich starker Vergrösserung nur punktförmig erscheinenden Elementen, so der Kalkstein, der Meerschaum, weniger deutlich der Schiefer. Wie beim Sandstein, besonders beim Lyoner, so haben wir auch hier eigentlich zwei nach ihrer Entstehung verschiedene Staubkörner. Dort

---

1) Citirt von Sommerfeld.

ist es einerseits das frei gewordene einzelne Sandkorn, andererseits das zertrümmerte Bindemittel, hier, z. B. beim Kalkstein (Taf. VIII, Fig. 15), sind es einmal Trümmer, welche die ursprüngliche Gesteinsstructur beibehalten haben, sodann jene feinsten isolirten Elemente. Erstere sind, je nach der Art des Kalksteins, mehr oder weniger rundlich oder scharfkantig und spitzig, grob bis ganz fein, letztere durchweg sehr klein, messen $^1/_{100}$ mm und weniger und erscheinen vorwiegend kugelig. Wenn man abgebeutelten Kalksteinstaub in ein Glasgefäss gibt und nachher wieder ausgiesst, so bleibt das Glas von einer adhärirenden Staubschicht milchig getrübt; dieser Staub besteht fast nur aus jenen feinsten kugeligen Elementen.

Verlassen wir damit die Steinhauerei und sehen uns bei andern Berufsarten um, so treffen wir zunächst in Drechslereien eine dichte Gesteinsart, die sich bei der Staubbildung genau wie Kalkstein verhält, nämlich den Meerschaum. Dieses milde, feinerdige Mineral von geringer Härte, gibt einen ebenfalls erdigen, krümmeligen Staub. Die gröbern, brockigen Partikel (Taf. VIII, Fig. 16) sind aber zusammengesetzt aus winzig feinen kugeligen Elementen, die sich leicht in grössern und kleinern Partien ablösen, ganz von einander trennen und so isolirt das letzte eigentliche Staubkorn vom Meerschaum darstellen. Dieses ist ausserordentlich fein, so dass es auch bei starker Vergrösserung nur wie ein Pünktchen erscheint.

Vom schwarzen Thonschiefer habe ich Staub aus einer Fabrik abgebildet (Taf. VIII, Fig. 17), wo dieser Stein in Platten gespalten, mit Maschinen gesägt, gehobelt, gedrechselt, geschliffen und polirt wird. In diesem Etablissement ist die Luft meistens mit Staub erfüllt, die Arbeiter sahen oft aus wie grau angestrichen. Der Staub ist ausserordentlich fein; es gelingt erst bei starker Vergrösserung, einzelne Formen mit der camera lucida deutlich zu zeichnen, während die Mehrzahl der Theilchen nur wie Punkte erscheinen. Merkwürdiger Weise wollen die Arbeiter, nach ihrer eigenen Aussage, keinen nachtheiligen Einfluss von diesem Staub verspüren. Im Jahre 1893 war einer 17, ein anderer 12, zwei je 11, einer 9, einer 3, die anderen fünf 2 Jahre

und weniger lang im Geschäft. Die Leute sagen, wer im Uebrigen gesund sei, habe von dem Staub nicht zu leiden. Dann wurde aber doch erzählt, dass einer von ihnen jährlich einige Zeit aussetzen müsse, wegen regelmässig wiederkehrender Anfälle von Lungenentzündung. Ein anderer, der unlängst eine solche durchgemacht, fühlt jetzt die Staubeinwirkung sehr empfindlich. Ein Arzt des Ortes schreibt mir: ».…., dass ich einen Arbeiter der Schieferfabrik schon zwei Mal an einer Pneumonie bei einer chronischen Bronchitis behandelt habe, bei der ich als ätiologisches Moment den Schieferstaub betrachten muss. Ich habe dann dem Mann gerathen, die Fabrik zu verlassen und sich im Freien zu beschäftigen; seitdem er es thut, fühlt er sich bedeutend besser, Husten und Auswurf haben abgenommen, der Ernährungszustand hat sich bedeutend gehoben und bis jetzt hat er keinen Rückfall von Pneumonie mehr gehabt.« Wenn auch nicht wie Steinhauerstaub verletzend wirkend, ist der Schieferstaub doch wohl nicht so ganz unschuldig, wie er manchmal hingestellt wird.

Bei der Dessin- und Musselin-Glasfabrikation tritt uns ein mehrfach genanntes Material, der Quarz, in dichten Staubwolken entgegen. Es ist fast unmöglich die Apparate, in denen die Glasscheiben matt gemacht werden, so dicht zu halten, dass kein Staub entweicht; unter dem grossen Druck des Windflügels eines solchen Sandgebläses tritt er aus allen Fugen hervor. Nimmt man vom feinsten, den man abbeuteln kann, eine Probe unter das Mikroskop, so erkennt man immer noch grobe, meist gerundete Körner (Taf. IX, Fig. 18), an denen man hie und da muschelige Bruchflächen wahrnimmt, wie sie der Feuerstein in so charakteristischer Weise zeigt. Diese Staubform wird durch den Umstand leicht erklärt, dass wir es eben mit Sand, mit Flussgeschiebe zu thun haben, das immer rundliche Formen annimmt.

Mit dem Quarzsand ist in manchen Beziehungen die krystallisirte Thonerde vergleichbar, wie sie sich im Schmirgelkorn präsentirt. Mit Eisen vermengt, habe ich diesen Staub oben erwähnt (Taf. VIII, Fig. 4). Ausser durch die Farbe unterscheiden sich die Schmirgeltheilchen durch ihre einfacheren, immerhin kantigen und eckigen Formen von den Eisenpartikeln.

Von seltener vorkommenden Staubarten erwähne ich den natürlichen Ocker, der zum Abreiben kupferner Gefässe gebraucht wird; derselbe überrascht ebenfalls durch seine ausserordentliche Feinheit, wie der Schieferstaub.

In Filzhutfabriken trifft man Staub von Bimsstein als seltene, glasige, sehr scharfe, vielgestaltige Splitter unter massenhaften abgeriebenen Filzhaaren.

Diejenigen mineralischen Substanzen, welche ich als Artefakte zusammenfasste, sind sämmtlich Produkte hoher Temperatur, eines Schmelz- oder Brennprocesses.

Glasstaub sah ich in unsern Glashütten nirgends in erheblicher Menge entstehen. Sie verarbeiten gar nie oder nur ausnahmsweise altes Glas, das vor dem Schmelzen eingestampft werden muss; Abfälle, die während der Fabrikation entstehen, werden vorweg wieder eingeschmolzen, ohne pulverisirt zu werden; auch das Rohmaterial ist feiner Quarzsand, der ohne weitere Zerkleinerung zur Glasmischung verwendet wird. Auf Schleifsteinen werden Glasgegenstände nur nass geschliffen oder mit dem Schleifrad mit Schmirgel und Oel verziert, wobei ebenfalls kein Staub entsteht. Dagegen wird beim Mahlen von Glasscherben und Flintstein zur Fabrication von Glas- und Flintpapier sehr viel Staub erzeugt. Die gleichen Materialien treten staubförmig auf beim Gebrauch jener Producte, was besonders in Drechslereien vorkommt, wo man das Glas im Holzstaub wiederfindet. Hier tritt es fast nur in groben, ausserordentlich scharfen Splittern auf, die sich von dem Glaspapier abgelöst haben, ohne weiter zertrümmert worden zu sein (Taf. VIII, Fig. 19). Dagegen besteht der beim Mahlen von Glas in den erwähnten Fabriken aus den Undichtigkeiten von Mahlgängen und Sieben, beim Transport u. s. w. entweichende Staub in der Hauptsache aus ganz feinen Trümmern, in denen nur spärlich jene groben Splitter vorkommen (Taf. IX, Fig. 20). Man erkennt aber auch an diesen kleinen Partikeln bei starker Vergrösserung die gleichen scharfen Formen, wie an den grösseren Stücken.

Die Porzellanindustrie ist bei uns von keinem Belang. Der schädlichste Staub, der in Töpfereien und Ofenfabriken

vorkommen kann, ist der von Glasur, welche, je länger desto mehr, nur gefrittet angewendet wird. Die geschmolzenen glasigen Massen werden auf einem Kollergang trocken erst grob und dann in der besonderen Glasurmühle nass ganz fein gemahlen. Das Aufbeuteln in Pulverform ist ganz verschwunden; das Abkratzen überschüssiger Glasur geschieht vor dem Glattbrennen, wenn die aufgetragene Masse noch nicht zur Staubtrockene erhärtet ist; das Abgeschabte lässt man häufig in Wasser fallen, um es wieder zu verwenden, würde es verstäuben, hätten wir allerdings einen sehr feinen Staub mit vielen glasigen, scharfen Partikeln. Scherbenmühlen sind selten, wo ich solche sah, dienten sie zum Zerkleinern unglasirter Bruchstücke, z. B. von Thonröhren, welche vor dem Mahlen befeuchtet werden, um die Bildung von Staub möglichst zu vermeiden, der ebenfalls sehr feinkörnig ist. Ueber Staub beim Ausziehen der gebrannten Geschirre habe ich noch nie klagen gehört, wohl aber über zu grosse Hitze. So sah ich bei der Arbeit selbst und durch die Arbeit in unseren Thonwaarenfabriken wenig Staub entstehen. Wenn trotzdem häufig oder meistens Böden, Treppen und Gestelle bedeckt sind mit Staub von eingetrocknetem Lehm und Abreibsel von unglasirtem, gebranntem Geschirr, so ist das an sich noch ebensowenig eine Gefahr, als der Staub auf der Strasse, wenn er nicht aufgewirbelt wird. Wo beim Reinigen der Lokale viel Staub entsteht, darf man kühn behaupten, der Kehrer sei selber daran Schuld und könnte dem Uebel leicht vorbeugen. Es müssen also wohl andere Momente sein, welche die übereinstimmend sehr ungünstig lautenden Urtheile der Autoren über die Gesundheitsverhältnisse der Töpfer, Fayence- und Porzellanarbeiter veranlassen.

In den Tabellen Ogle's von 1885[1]) figuriren sie mit der grössten Sterblichkeitsziffer an Affectionen der Athmungsorgane. Am VII. internationalen Congress für Hygiene und Demographie in London 1991 hält er diese Zahlen aufrecht, sagt aber, unter dem Einfluss des Fabrikgesetzes haben sich die Verhältnisse so wesentlich gebessert, dass eine neue Erhebung günstigere Resultate

1) Siehe oben.

zu Tage fördern werde. Ogle spricht von einem potters asthma, das zu Herzleiden Anlass gebe, betont jedoch, dass ausser dem Staub die hohe Temperatur und der oft jähe Temperaturwechsel bei der Arbeit eine Mitschuld an der hohen Sterblichkeit tragen. Auch Paté [1]) kennt eine spezielle Phthisis der Fayencearbeiter; sie bestehe in einer durch die Staubeinlagerung verursachten Sclerose der Lungen, welche zum Tode durch Asphyxie führe; die meisten Fayencearbeiter sollen dieser Krankheit erliegen. Von den Porzellanschleifern sagt Sommerfeld [2]), sie seien fast alle lungenleidend, ihr Durchschnittsalter betrage nur 38 Jahre.

Aehnliche Zustände haben wir in Ziegeleien, nur dass der überall herumliegende Staub hier noch viel massenhafter ist, als in Thonwaarenfabriken. Aber auch da kommt er meist nur dann zur Einathmung, wenn etwa ein Sturmwind durch die offene Schuppenbaute fährt. Dieser allgemeine Fabrikstaub in Ziegelhütten und Töpfereien sieht unter dem Mikroskop jedem beliebigen Strassenstaub durchaus ähnlich. Er besteht in der Hauptmasse aus gröbern und feinern, ja ganz feinen Sandkörnchen von meist gerundeten Formen, hier liegen gröbere erdige, brockige Massen, dort winzige vereinzelte Quarzkörner. Im Staub aus Ziegelhütten findet man natürlich immer das rothe Ziegelmehl beigemischt, besonders dort, wo Ziegelscherben gemahlen werden. Der hierbei sich bildende Staub (Taf. IX, Fig. 21) enthält zwar viele krümelige Bröckchen, zum Theil recht scharfe, hakige Formen, die Hauptmasse aber sind ausserordentlich feine punktförmige Körperchen, wie beim Kalkstein; dazwischen liegen vereinzelt lose Quarzkörner. Wahrscheinlich ist das überraschend feine Staubkorn zum Theil das Product des Brennens.

Ganz anders als in Thonwaarenfabriken und Ziegeleien sieht es in Kalk- und Cementmühlen aus. Hier ist die Staubentwickelung beim Zerkleinern, Absieben und Verpacken des gebrannten Materials meist eine fürchterliche. In alten Cement-

1) Uffelmann, Supplement zur Zeitschrift für öff. Gesundheitspflege, Bd. XXV, 370.

2) Sommerfeld, Die Berufskrankheit der Steinmetzen.

fabriken trifft man noch Pochwerke und Mahlgänge, die sich aber bald überlebt haben dürften; am verbreitetsten sind zur Zeit mehr oder weniger gut eingeschalte Kollergänge, welche aber durch die Kugelmühlen verdrängt werden, die, zum grossen Vortheil der Arbeiter, immer mehr Eingang finden. Die Staubentwickelung ist in manchen Etablissementen dieser Branche so arg, dass der schweizerische Bundesrath denselben mit Verkürzung der Schichtdauer drohte, wenn nicht innerhalb bestimmter Frist für Abhilfe gesorgt werde.[1]) Die Bemühungen der Fabrikanten und Behörden werden aber ihren Zweck nie erreichen, wenn nicht die Arbeiter dazu mithelfen; zur Stunde noch sieht man dieselben oft in sehr leichtsinniger Weise mit dem verstäubenden Material umgehen. Der Cement- und Kalkstaub ist ganz ausserordentlich fein, was offenbar eine Folge des Brennens ist; wie leichter Rauch entweicht er den Abzugskaminen der Mühlen und Siebe, überall dringt er ein, kein Fenster, keine Thür in den einer solchen Fabrik benachbarten Wohnungen schliesst dicht genug, um ihm den Eingang zu verwehren; auf dem Bureau einer Cementfabrik versicherte man mir, dass er sogar in die Taschenuhren eindringe. Seine Formen (Taf. IX, Fig. 22) bieten nichts besonderes, zu erwähnen ist dagegen seine alkalische und stark hygroskopische Eigenschaft, welche besonders vom Neuling in dieser Staubatmosphäre sehr belästigend empfunden wird.

Nicht besser steht es in Gypsfabriken. Gyps für Maurer- und Düngzwecke u. dgl. wird in rohen, groben Steinstücken gebrannt und dann gemahlen; für feine Sorten dagegen, wie man sie zu Stukkaturarbeiten, Büsten etc. braucht, wird der rohe Stein pulverisirt, dann in offenen, eisernen Kesseln unter beständigem Umrühren „gekocht", d. h. gebrannt und hernach nochmals gemahlen. Die Masse geräth über dem Feuer in's Wallen, wie siedendes Wasser, und massenhafte „Dämpfe" entsteigen den Kesseln. Sie bestehen aber nur zum Theil aus Wasser, die Hauptmasse ist Staub, sog. „Dunst", den man als unbrauchbar entweichen lässt. Ebenso lassen beim nachherigen Mahlen die

1) Bundesrathsbeschluss vom 14. Januar 1893.

Undichtigkeiten der Apparate sehr viel Staub von unendlicher Feinheit austreten (Taf. IX, Fig. 23). Auch hier macht sich der Einfluss des Brennens wieder in der Weise geltend, dass der Staub des gebrannten Materials noch feiner ist, als der des ungebrannten, der, zwar auch sehr feinkörnig, mehr grobe Partikel enthält.

Ueber die Gesundheitsverhältnisse der Kalk-, Cement- und Gypsarbeiter fand ich in der neuern Literatur nichts; es ist hier noch eine Lücke auszufüllen. Soweit meine Erfahrung reicht — Zahlen stehen mir leider nicht zu Gebote — sind sie aber, trotz der viel reichlicheren Staubeinathmung, bei weitem nicht so schlecht, wie die der Steinhauer, was doch für eine geringere Gefährlichkeit des in Rede stehenden Staubes sprechen dürfte.

Im Anschluss an diese Materialien erwähne ich den Staub von Phosphoriten, der in Kunstdüngerfabriken entsteht. Derselbe zeigt ganz ähnliche Formverhältnisse wie der Staub anderer erdiger Minerale. Besonders lästig ist derjenige von aufgeschlossenem Phosphorit, weil er meist überschüssige Schwefelsäure enthält. Wiederholt habe ich sofort beim Betreten eines Etablissements die saure Wirkung dieses Staubes durch den Geschmack constatirt und eine Empfindung wahrgenommen, wie wenn die Zähne lang und weich würden.

In die Düngerbranche gehört auch die Thomasschlacke, ein in neuerer Zeit häufig zu landwirthschaftlichen Zwecken verwendetes Hochofenproduct. Die glasharten Schollen der lavaartigen Masse werden in Kugelmühlen gemahlen; je feiner das Mahlgut ausfällt, desto werthvoller ist es. In der Fabrik, welche ich zu besuchen Gelegenheit hatte, entwickelte sich sowohl beim Mahlen als beim Einfassen des Mehls in Säcke sehr wenig Staub, mehr aber, wenn die Trommeln geöffnet und die ungemahlenen Rückstände, meist Eisen, entleert wurden. Bei der grossen Härte dieses Materials gehören dessen Staubformen zu den verletzendsten, die ich zu Gesicht bekommen habe (Taf. IX, Fig. 24). Ausser den mehr oder weniger durchsichtigen, glasigen Partikeln der Mineralsubstanz erkennt man leicht Eisensplitterchen, die sowohl von den sich stark abnützenden Kugeln, als von Eisenresten in den Schlacken herrühren. Ich habe auch Sputa von Arbeitern unter-

sucht, darin aber nur wenig Staub und nur die allerfeinsten Partikeln gefunden. Den gesundheitlichen Verhältnissen in unserer Fabrik wurde viel Uebles nachgesagt, aber gerade in den Fällen, wo die lauteste Klage wegen Gesundheitsschädigung durch den Staub geführt wurde, erwies die ärztliche Expertise die Nichtigkeit derselben. Weil die Arbeiter ziemlich oft wechselten und das Etablissement nach nur kurzem Bestehen wieder eingieng, konnte ich weitere und längere Zeit an den gleichen Personen fortgesetzte Beobachtungen nicht machen. Aus Deutschland werden zum Theil recht ungünstige Dinge berichtet, doch betonen neuere Publicationen die wesentliche Besserung, welche durch ausgiebige Ventilation und Staubabsaugung erzielt worden sei.

Zum Schluss sei ein weiteres Hochofenproduct erwähnt, die Schlackenwolle. Um solche herzustellen, wird der aus dem Ofen abfliessende Schlackenstrom mit einem starken Dampfstrahl zerstäubt. Die Schlacke erstarrt in Form von Glasfäden und -Röhrchen, die in baumwollähnlichen Flocken niederfallen. Solche Glasfäserchen und -Röhrchen sind auch die feinsten und wesentlichsten Elemente des Staubes (Taf. IX, Fig. 25), welcher bei diesem Process entsteht und die Luft erfüllt. Neben ihnen findet man dickere Stäbchen, gerade oder verschiedenartig gekrümmt, kleine Glasthränen, knollige, wurzelförmige, bretzelartige Gebilde, die alle zusammen ein recht mannigfaltiges mikroskopisches Bild componiren.

Die Schmelzproducte geben von den verschiedenen Mineralen die prägnantesten Staubformen; ihnen stellen sich manche in Härte und Structur verwandte krystallisirte Substanzen an die Seite, wie Quarz und Korund (Schmirgel). Gebrannte Minerale verstäuben in feinerem Korn, als in ungebranntem Zustand; mit ihnen haben die dichten Gesteinsarten und erdigen Minerale Aehnlichkeit in der Staubbildung. Das feinste Staubkorn derselben ist gleichsam in der Natur vorgebildet, es ist das letzte wahrnehmbare Element, aus dem diese Körper aufgebaut sind. Im allgemeinen gröber und scharfkantiger als von dichten und Sandsteinen sind die Staubformen der krystallinisch-körnigen Gesteinsarten, welche stark von der Spaltbarkeit der einzelnen Krystalle

abhängig sind. Allein mit zunehmender Feinheit werden auch die Formen dieses Staubes, wie die von allen anderen Mineralen, immer undeutlicher; bei starker Vergrösserung wird man stets winzige Körnchen finden, an denen Ecken und Kanten nicht mehr bestimmt wahrnehmbar sind; je feiner der Staub desto ähnlicher sind die Formen verschiedener Herkunft, desto mehr nähert sich das Korn einer kugeligen, man möchte sagen, molecularen Gestalt.

Der Mineralstaub ist von allen Staubsorten am weitesten verbreitet und seiner Wirkung entgeht wohl Niemand. Im Strassenstaub bildet er die Hauptmasse, wir finden ihn im allgemeinen Staub der Wohnzimmer und Fabriken; prüft man Staub, der sich auf Dachgesimsen in Websälen des offenen Landes, auf Lampendeckeln, Schränken etc., der Buchdruckereien in Städten ablagert, überall gelingt es leicht, die Mineralsubstanz nachzuweisen, die durch den Wind, durch beschmutzte Kleider und Schuhe in die Häuser gebracht wird. In Gegenden, wo specifisch gefärbte, z. B. rothe Gesteinsarten vorherrschen, ist der Nachweis unter dem Mikroskop noch viel leichter. Auch in den Lungen Verstorbener ist der Mineralstaub, hauptsächlich die beständigste Substanz desselben, die Kieselsäure, unschwer aufzufinden. Man fand[1]) Kieselsäure und Sand in der Lungenasche eines

ganz kleinen Kindes	nichts
sieben Monate alten Kindes	Spuren
Erwachsener, ohne besondere Staubarbeit	7,0 %
Bahnwärters in sandiger Gegend . . .	18,2 %
Steinhauers	22,7 %
andern, 41jährigen Steinhauers . . .	24,0 %
Glasschleifers	30,7 %.

Diese Zahlen beweisen nicht nur, dass der Mineralstaub eingeathmet, sondern auch, dass umsomehr davon in den Lungen zurückbehalten wird, je mehr Gelegenheit zu dessen Aufnahme geboten ist.

1) Meinel, citirt von Merkel in Ziemssen's Handbuch u. Sommerfeld.

Organischer Staub.

Die Natur weist uns den Weg, denselben in vegetabilischen und animalischen einzutheilen, um aber überflüssige Wiederholungen zu vermeiden, nehme ich z. B. die Textilfasern aus beiden Reichen zusammen.

Holzstaub.

Staub können wir vom Holz natürlich nur dann erwarten, wenn es einen gewissen Grad von Trockenheit hat; so wenig als andere feuchte Substanzen, so wenig verstäubt auch grünes Holz, je trockener es ist, desto reichlicher ist die Staubentwicklung bei gleicher Bearbeitung. Es ist aber zur Bildung von Holzstaub noch etwas anderes nöthig, was grossentheils mit der Structur des Holzes zusammenhängt. Die meisten Maschinen, Gatter-, Kreis- und Bandsägen, Hobel- und Kehlapparate geben — wenn das Holz nicht recht scharf getrocknet ist — Spähne, aber nicht so kleine Partikeln, die eingeathmet werden könnten. Diese Maschinen greifen zu tief in den Bau des Holzkörpers ein, und reissen Fetzen heraus, anstatt oberflächlich kleine Theilchen vom Arbeitsstück abzutragen. Je feiner denn auch die Sägezähne sind, je weniger Hobel- und Kehlmesser vorstehen, desto kleiner werden die Spähne, desto mehr nähern sie sich demjenigen Feinheitsgrad, den wir als Staub bezeichnen. Diess ist besonders der Fall, wenn das bearbeitete Holz recht hart und möglichst trocken ist. — So verschaffte ich mir Staub von Nussbaumholz, der beim Hobeln entstand. Er war sehr grob und verdiente eher die Bezeichnung feiner Spähne; unter dem Mikroskop erkannte ich nur ausnahmsweise abgelöste einzelne Holzelemente, meist grobe, unregelmässige Stücke. Feiner fand ich das von der Bandsäge gelieferte Sägemehl; (Taf. IX Fig. 26) stellt abgebeutelten Staub aus solchem dar von Lindenholz. Bei dieser und andern Holzarten weisen die einzelnen Staubtheilchen noch vollkommen deutlich die Structur des Holzes auf; einzelne Zellen, Complexe von solchen, Gefässbündel, Markstrahlen präsentiren sich in ihrer gegenseitigen Lagerung mit aller Deutlichkeit im Sehfeld. Spärlicher sind die groben und viel häufiger die feinen Partikel

in dem Staub, welchen eine fein gezahnte Fräse von scharf getrocknetem Buchen- und noch mehr von Eichenholz liefert, wie es in Parquetfabriken täglich vorkommt. Die Staubentwickelung ist dabei eine sehr reichliche, so dass die Luft manchmal ganz erfüllt ist und die Arbeiter bedeckt sind davon. Das Mikroskop weist eine starke Zertrümmerung des Holzkörpers nach (Taf. IX, Fig. 27) doch erkennt man auch hier an den einzelnen Theilchen noch ganz gewöhnlich dessen Structur.

Während aber sonst die verschiedenen Maschinen in der Regel nicht so feine Abfälle liefern, welche die Athmungsorgane gefährden, ist es vorherrschend eine Bearbeitungsweise, bei der das Holz recht eigentlich verstäubt, nämlich das trockene Schleifen. Um ebene Flächen ganz glatt zu bekommen, werden sie meist gehobelt, bei krummen erreicht man den gleichen Zweck durch Abreiben mit Glas-, Flint-, Schmirgelpapier. Die Spitzen der rauhen Flächen dieser Schleifkörper greifen das Holz nur oberflächlich an; je feiner sie sind, je härter und trockener das Holz, desto feiner der Staub. Wohl gibt es darin gelegentlich auch noch gröbere Partikel, welche die Holzstructur erkennen lassen, sie sind aber bei weitem nicht so häufig, noch so gross wie im Maschinenstaube. Der Schleifstaub ist viel feiner; der Holzkörper wird beim Schleifen vorwiegend in einzelne Elemente, in Zellen und Gefässe aufgelöst und diese selbst werden wieder manigfach zertrümmert.

Am Schleifstaub von Nadelholz (Taf. IX, Fig. 28) beobachtete ich eine besonders starke Dissociation der einzelnen Holzelemente bei nur mässiger Zertrümmerung derselben, in Folge dessen er feinfaserig erscheint. Die betreffende Probe entstand beim Abschleifen eines Webstuhltuchbaumes mit Glaspapier.

Besonders reichlich entsteht Holzstaub in Drechslereien, wo meist Hartholz verarbeitet wird. Gegenstände, welche polirt und lackirt werden sollen, werden vorher ausnahmslos geschliffen. Man setzt sie zu dem Ende auf der Drehbank in schnelle Rotation, während gleichzeitig der Arbeiter mit der Hand das Glaspapier andrückt. Buchenholz, das man am häufigsten antrifft, liefert dabei einen ganz feinen, weichen, mehligen Staub, in dem man

unter dem Mikroskop (Taf. IX, Fig. 29) nur wenig zusammenhängende Partien mit der charakteristischen Holzstructur findet; fast alle die feinen einzelnen Partikel sind vom Holzkörper abgelöste Trümmer von Zellen und Gefässen. Ganz ähnlich verhalten sich andere Holzarten, z. B. Ahornholz, bei gleicher Bearbeitung und auch aus verschiedenen Fabriken ist der Holzschleifstaub untrüglich daran zu erkennen So erhielt und taxirte ich eine Probe aus einer Stockfabrik. Den erheblicheren Procentsatz gröberer Partikel mit erkennbarer Holzstructur erklärte mir der Umstand, dass der Staub mit ganz grobem Flintpapier abgeschliffen worden war, von dem er ebenfalls Trümmer enthielt. Aehnlicher Staub entsteht beim Abschleifen von Parquetplatten mittels einer horizontal kreisenden Scheibe. Da mit dem Schleifapparat ein ziemlich starker Druck gegen das Arbeitsstück ausgeübt wird, halte ich dadurch das gröbere Staubkorn für erklärt, trotz der grossen Härte des abgeschliffenen Holzes. Den feinsten Holzstaub, den ich überhaupt gefunden habe, liefert das sehr harte Buchsbaumholz beim Schleifen, das hauptsächlich zur Herstellung von Weberschiffchen, Spulen, Bobinen, hölzernen Spindeln u. dgl. Verwendung findet. Der Staub (Taf. IX, Fig. 30), im Allgemeinen sehr feinkörnig, enthält meist allerfeinste Partikel, die Holzstructur ist fast nirgends mehr erkenntlich, die Auflösung und Zertrümmerung des Holzkörpers eine complete.

Die schnelle Rotation der Schleifapparate erzeugt eine ganz bedeutende Fliehkraft, welche den entstehenden Staub fortschleudert. Durch das geringe specifische Gewicht und das feine Korn ist dieser anderseits befähigt, sich leicht in der Luft suspendirt zu erhalten. Die Bedingungen zur Einathmung sind also sehr günstig und wer je in einer solchen Staubatmosphäre gewesen ist, dem erscheint es glaubwürdig, dass ich im Sputum eines Holzschleifers reichlich Staub fand. Seine meist spitzigen, oft hakigen Formen und die Fähigkeit aufzuquellen, begünstigen die Zurückhaltung in den Athmungswegen. Die Gefährlichkeit des Holzschleifstaubes wird aber erhöht durch die Beimengungen von Glas, Flint, Schmirgel etc., welche sich von den schleifenden Körpern ablösen. Arbeiter und Prinzipale rühmen oft, dass sie

nur vom besten Glaspapier brauchen, das sich fast gar nicht abnutze, und doch nehmen erstere je öfter, desto lieber ein frisches Stück und müssen letztere von Zeit zu Zeit neues kaufen, weil es sich eben abnutzt. Die Glas- und Flintkörnchen, die mit Leim auf dem Papier oder Stoff fest gemacht sind, lösen sich durch den Gebrauch ab und mischen sich dem Staub des geschliffenen Körpers bei. Nicht immer findet man diese Mineralbestandtheile in den mikroskopischen Präparaten, was aber nicht zum Schluss berechtigt, dass solche nicht in dem Holzstaub enthalten seien; sie gehen eben bei der Herstellung der Präparate leicht verloren. Doch habe ich mehrere mit solchen Glas- oder Flinteinschlüssen. Beim Färben und nachherigen Auswaschen von Holzschleifstaubproben blieb mir regelmässig Glassand im Gefäss; solcher ist auch in (Taf. VIII, Fig. 19) abgebildet. Durch wiederholtes Schlemmen von ca. ½ kg derartigem Staub aus einer Spulenfabrik gewann ich daraus 2,2 g trockenen Glassand; es ist klar, dass ich bei der rohen Methode viel davon verloren habe.

Als letzte Sorte von Holzstaub erwähne ich den von Eichen-, auch von Tannenrinde, den man in den Lohmühlen der Gerbereien gemeinhin antrifft. Es ist ein krümmeliger, zum Theil brockiger Staub, mit viel groben, aber auch viel sehr feinen Partikeln. Entsprechend der Struktur der Rinde finden wir wenig faserige Elemente darin, dagegen isolirte Parenhymzellen, meist aber Trümmer der eingetrockneten, verdickten Zellwände.

Im Anschluss an das Holz erwähne ich die Kohle. Meine Bilder zeigen reinen Holzkohlenstaub aus einer Schiesspulverfabrik und solchen von Steinkohle aus einer Gasfabrik. Die Formen der beiden zeigen auf den ersten Blick eine überraschende Aehnlichkeit. Die vorherrschende Gestalt ist ein dünnes, geradliniges Stäbchen, ein- oder beiderseits in Spitzen auslaufend, häufig aber stumpf endigend. Diese Kohlenstäbchen zerfallen leicht in kürzere Stücke. Neben ihnen kommen gröbere, brockige Partikel und feine Trümmer vor. Im nummerischen Verhältnis der groben und feinen Theilchen erblicke ich den hauptsächlichsten Formenunterschied der beiden Staubsorten; der Steinkohlenstaub (Taf. IX, Fig. 31) enthält viel mehr feine und auch viel

feinere Partikel, als der von Holzkohle (Taf. IX, Fig. 32). Den feinsten Kohlenstaub aber stellt der Russ dar. Erst präsentirt er sich in Form von Flocken, die sich aber unter dem Mikroskop in ein Conglomerat unendlich kleiner, kugeliger Elemente auflösen.

Die Literatur enthält über den Einfluss des Holzstaubes sehr wenig Zahlenmaterial. Folgende Angaben von Schuler und Burckhardt dürfen aber hier citirt werden. An Erkrankungen der Athmungsorgane litten in mechanischen Werkstätten von je 1000

Formern	42,0
Schlossern und Drehern	76,4
Handlangern und Heizern	79,3
Schleifern und Polirern	79,8
Giessern	87,5
Holzarbeitern	121,6

Obschon bei den letztern manche bei den andern Gruppen auf die Athmungsorgane schädlich wirkende Momente wegfallen, stehen sie doch mit der höchsten Ziffer da. Daran ist wohl zum Theil der Holzstaub schuld, der gerade in Modellschreinereien reichlich und fein ist, weil hier viel hartes, scharf getrocknetes Holz geschnitten wird. Die vorhandenen Daten über Lungenschwindsuchtserkrankung und -Sterblichkeit können selten mit Sicherheit nur auf die Staubwirkung bezogen werden. Diess gibt auch Ogle in Bezug auf die Schreiner und Zimmerleute zu, die Zahlen der Drechsler, sagt er, dürften eine andere Sprache reden; sie überragen die der ersteren um 30%! Die Form des Staubes lässt aber a priori eine nachtheilige Wirkung erwarten, und namentlich ist den Autoren darin Glauben zu schenken, dass der Holzstaub dem Aushusten grossen Widerstand entgegensetzt. Holzschleifer, die ich darüber befragte, sprachen von grosser Belästigung; solche, die nur periodisch die staubige Arbeit verrichten, erklärten, dass sie jeweilen noch lange nach Sistiren derselben, Holzstaub ausspucken müssen. Dass aber auch zu viel und Unrichtiges dem Holzstaub auf Rechnung geschrieben wird, zeigt folgender Fall[1]). In einer Drechslerei war an einem bestimmten

1) Diese Mittheilung verdanke ich Herrn Fabrikinspector Dr. Schuler.

isolirten Platz eine an Lungentuberkulose leidende Frau beschäftigt. Als sie starb, engagirte man ein kräftiges, gesund aussehendes Mädchen an den verlassenen Posten. Bald wurde dieses auch schwindsüchtig und starb, und einer Nachfolgerin ging es ebenso schlimm. Das Geschäft kam in Verruf wegen des gefährlichen Holzstaubes. Bei näherem Zusehen ergab es sich aber, dass die erste schwindsüchtige Person beständig in die Spähne gespuckt hatte, dass diese bis zum periodischen Wegräumen lange liegen blieben, die Sputa eintrockneten und selbst verstäubten. So fand die Nachfolgerin einen mit Tuberkelbacillen stark inficirten Arbeitsplatz vor, machte es aber nicht besser als ihre Vorgängerin und gab dadurch Veranlassung zu weiterer Ansteckung. Dass der Holzstaub dabei einen die Krankheit befördernden Einfluss ausgeübt hat, darf wohl als sicher angenommen werden, ebenso sicher aber, dass er nicht der Urheber der Tuberkulose war. Was hier geschah, geschieht übrigens an vielen Orten; das Spucken auf den Boden gibt jedenfalls mehr Veranlassung zu Lungenschwindsucht, als die directe Staubwirkung.

Im Gegensatz zum Holzstaub ist über den Kohlenstaub sehr viel geschrieben worden, besonders über seine Wirkung auf die Bergleute. Vermöge seiner Farbe ist er im Körper leicht nachzuweisen und seine Einlagerung in's Lungengewebe auch dargethan worden. Dieselbe führt mit der Zeit ganz besondere Krankheitszustände herbei, welche als Anthracosis pulmonum beschrieben sind. In hochgradigen Stadien tritt erhebliche Zerstörung der Lungen, selbst der Tod ein. Croq[1]) schreibt, die Leute sehen zuletzt aus wie Phthisiker. Doch sind dies eben die extremsten Fälle, im Ganzen muss gesagt werden, dass der Kohlenstaub weniger gefährlich ist, als viele andere Staubsorten. Ueberraschend ist die Thatsache, dass die Kohlenstaubarbeiter weniger an Tuberkulose der Lungen leiden, als alle anderen Staub- und selbst viele Nichtstaubarbeiter. Diess hat schon Hirt klar dargelegt, dasselbe geht hervor aus Ogle's Tabellen, Croq

1) Uffelmann, Supplement zur Zeitschrift für öff. Gesundheitspflege. Bd. XXII, 327.

macht auf das gleiche aufmerksam und spricht die Vermuthung aus, dass die eingeathmete Kohle Invasion und Wucherung des Tuberkelbacillus verhüte.

Bei den Kaminfegern fand Lewin[1]) von 45 untersuchten 83,6% gesund, nach einer Dienstzeit von 5 bis 10 Iahren noch 50%, nach mehr als 10 Jahren 92,3% vollkommen gesund. Hier ist es natürlich besonders schwierig, zuverlässige Angaben über die Staubwirkung zu erhalten, weil diese Arbeiter sehr der Erkältungsgefahr ausgesetzt sind. Ferner ist nicht zu vergessen, dass der Russ nicht chemisch indifferent ist, sondern schädlich wirkende Produkte der trockenen Destillation des Brennmaterials enthält.

Textilfaserstaub.

Ueber die Form des eigentlichen Textilfaserstaubes ist wenig zu sagen, wenn man nicht die Fasern selbst beschreiben will, was ich nicht beabsichtige. Der Staub von Baumwolle, Hanf, Flachs, Seide, Wolle besteht eben aus den gleichen Elementen, wie diese Gespinnststoffe selbst: aus Fasern und grössern oder kleinern Bruchstücken von solchen. Gewöhnlich enthalten sie aber von Anfang an allerlei Beimischungen, oder solche kommen bei deren Verarbeitung zum reinen Textilfaserstaub hinzu; beide lassen sich nur im Zusammenhang mit diesem betrachten.

Baumwolle

kommt in grossen, mehrere Zentner wiegenden, stark gepressten Ballen zu uns. In den Spinnereien wird das Rohmaterial zuerst »gestockt«, d. h. man öffnet die Ballen, reisst die Baumwolle von Hand auseinander und streut sie in groben, noch ziemlich gepressten Flocken an einen regelmässigen Haufen, einen »Stock«. Da die Lockerung hiebei nur eine mässige ist, bleibt der meiste Staub in der Baumwolle zurück; durch weitere Auflockerung, wobei auch die einzelnen Fasern von einander isolirt werden, wird er so vollständig als

1) In Ziemssen's Handbuch von Merkel citirt.

möglich daraus entfernt. Dies geschieht glücklicher Weise mit Maschinen, durch Opener und Batteur, welche mit guten Staubabsaugungen versehen sind. Trotzdem tritt in dieser Abtheilung der Spinnerei und dann besonders in der Carderie viel Staub in die Luft. Während aber letzterer fast nur aus Fasern besteht, finden wir im erstern neben ihnen gröbern und feinern Detritus von Samenkapseln, Samenhäuten, Blättern und Stengeln der Baumwollpflanze, und natürlich auch mineralische Beimengungen. Das Staubgemisch ist sehr feinkörnig, bleibt leicht in der Luft suspendirt und wird so den Athmungsorganen zugeführt. Ausschliesslich aus Fasertrümmern besteht der beim Spinnen sich ablösende Staub, der namentlich bei Herstellung grober Garne und beim Verarbeiten von Abgang reichlich auftritt. In den Webereien ist das Spulen die staubigste Arbeit. Ehe die Fäden auf die Bobinen laufen, werden sie oft durch Bürsten oder über Plüsch gezogen, wodurch viele vorstehende Fäserchen abgerieben und zum Theil der Luft mitgeteilt werden. Die Weber athmen aus der Luft wenig Staub ein, mehr dagegen aus den Schiffchen, wenn sie beim Einlegen einer neuen Bobine den Faden durch das Fadenloch hindurchsaugen. Beim Weben gewisser Tücher bedeckt oft eine Unmasse rein weissen Staubes Boden und Maschinentheile; er besteht aber weniger aus Baumwollfasern, als aus Stärkemehl von wohl zu reich auf den Zettel aufgetragener Schlichte Beim Veredeln von Baumwolltüchern ist es das Scheeren und namentlich die Barchentkratzerei, welche massenhaften Staub erzeugt, der lediglich aus Fasern besteht.

Stärker verunreinigten Staub liefern

Hanf und Flachs

bei ihrer Verarbeitung. Die Bastfasern dieser Pflanzen kommen mit noch vielen anhaftenden Stengeltheilchen in die Fabriken, wo sie durch Hächeln von denselben befreit werden. Diese Arbeit verursacht in der Regel eine dichte Staubatmosphäre. Der Staub aus einer Flachshechelei (Taf. IX, Fig. 33) enthält wenig Gespinnstfasern, die Hauptmasse bilden splitterige Trümmer von

Holz, Mark und Rinde des Stengels vom Lein. Die Splitter sind zum Theil ziemlich grob, so dass man an ihnen das Gewebe noch deutlich erkennt, meist aber sind sie fein, lang und schmal, scharf, spitzig. Aehnlich habe ich den Staub zusammengesetzt gefunden, welcher in der Luft einer Hanfcarderie suspendirt war. In demselben fand ich nicht selten dornen- oder stachelartige Pflanzenhaare, manchmal noch mit einer anhaftenden Epidermisschuppe (Taf. IX, Fig. 34). Im nächsten Stadium der Verarbeitung, bei der Herstellung des Vorgespinnstes, sind diese Trümmer zwar nicht ganz, aber doch fast vollständig verschwunden und besteht der Staub hauptsächlich aus Gespinnstfasern (Taf. IX, Fig. 35). Die blosse Betrachtung unter dem Mikroskop zeigt also, welcher Staub der reizendere, daher gefährlichere ist, und wo Schutzmaassregeln gegen denselben nöthiger sind.

Erst vereinzelt wird unter dem Namen Ramié die Bastfaser einer anderen hanfartigen Pflanze, einer Böhmeria-Art auf Gewebe verarbeitet. Auch hier wird namentlich im Vorwerk viel Staub erzeugt. In seiner Zusammensetzung und seinem Aussehen ist er dem eben besprochenen ähnlich, neu darin sind complicirte, stachelige Sternhaare, die ich zum Theil an Blättern und Stengeln einer getrockneten Pflanze wiederfand.

Hier ist auch die Jute zu erwähnen, doch kann ich aus eigener Anschauung über ihre Verarbeitung und die dabei vorkommende Staubentwickelung nicht berichten. Ein mir zur Verfügung stehendes Präparat, dessen Herkunft ich nicht kenne, enthält meist ziemlich grobe Trümmer der Jutepflanze, eigentliche Fasern kommen wenig darin vor.

Von Cocosfasern sah ich Staub entstehen in Teppichfabriken. An sogenannten Bürstenteppichen werden die senkrecht zum Geflecht oder Gewebe aufstehenden Fasern mit einer Scheermaschine auf gleiche Länge gebracht. Die abgeschnittenen Stücke bilden einen groben Staub, dessen Theilchen unter dem Mikroskop dicke Bündel parallel gelegter Zellfragmente darstellen; die feinern und feinsten Partikel werden von einzeln abgelösten Zell- und Faserstücken gebildet.

Seide

Da die Rohseide (Grège) in sehr reinem Zustand in unsere Fabriken gelangt, entsteht bei deren Verarbeitung wenig Staub, und wo solcher vorkommt, wird er ausschliesslich von faserigen Elementen gebildet. Reichlicheren Staub entwickelt die kurzfaserige Floretseide und zwar einmal in den ersten Stadien der Verarbeitung, beim Kämmeln bis zur Herstellung der sogenannten Peignés, und dann wieder beim Putzen der gezwirnten Seidenfaden. Die Maschinen, welche letzteres besorgen, reiben die Rauheiten auf der Oberfläche des Seidengarnes ab; der entstehende leichte Staub theilt sich der Luft mit und schlägt sich allmählich in Flocken nieder; er besteht lediglich aus Fasern. Wenn man zuweilen in Seidenwebereien beim Spulen und beim »Reiben« der Stücke mit Maschinen reichlicheren Staub antrifft, kann man schon daraus mit ziemlicher Sicherheit schliessen, dass hier neben der Seide Baumwolle verarbeitet wird, was auch die mikroskopische Untersuchung des Staubes untrüglich entscheidet.

Wolle

entwickelt beim Mischen, das zwar meist von Maschinen verrichtet wird, reichlich feinen Staub; Fasern, d. h. Wollhaare, überwiegen darin; daneben kommen Haartrümmer und Verunreinigungen verschiedener Art vor. Bei den spätern Processen verhindert das Oelen der Wolle das Verstäuben, dagegen entsteht wieder ziemlich viel Staub bei den letzten Operationen, welche die Herstellung von Wolltüchern erfordert, beim Rauhen, Kratzen und Scheeren. Während die Scheerflocken meist aus kurzen abgeschnittenen Haarstücken bestehen, liefern die Kratzen als Staubelemente längere Fasern mit vielfach zerschlitzten Enden.

Eine im Textilfaserstaub häufig vorkommende Beimischung sind Farbstoffe. Bei Baumwolle und Wolle, selten oder nie bei Seide, gibt das Färben oft zu reichlicher Staubbildung Anlass. Die Garnstrangen kommen aus der Färberei manchmal mit ganz zusammengeklebten Faden, die beim Spulen auseinandergerissen werden müssen, wobei viel Staub entsteht. Man

sieht die damit beschäftigten Leute oft in allen Farben bestäubt, ihre Hände und Gesichter sind mit Farbe beschmutzt, Böden und Maschinentheile sind hier blau, dort gelb oder grün, auf Lampendeckeln, Transmissionsriemen etc. schlägt sich ein feiner rother Staub nieder. Die mikroskopische Untersuchung zeigt in den einen Proben fast nur gefärbte Fasertrümmer, in andern eine Unmasse winziger farbiger Körnchen, die ich als Farbstaub, d. h. als gefärbtes Verdickungs- oder Fixirmittel ansprechen muss. Besseres Auswaschen der Garne in der Färberei würde letzteres offenbar beseitigen. In einer Wolltuchfabrik traf ich eine fürchterliche Staubentwickelung beim Wolfen; die Luft war förmlich verfinstert und der Boden 1 bis 2 cm hoch mit blauschwarzem Staub bedeckt. Es stellte sich heraus, dass die Wolle, welche lose in Flocken gefärbt wird, zu wenig ausgewaschen worden war. Der betreffende Staub enthielt nur wenig Fasern, färbte dagegen kochendes Wasser noch ganz deutlich. Dass die auf den Textilfasern nicht fixirten Farben vollständig ausgewaschen werden, muss man namentlich dann verlangen, wenn dieselben giftig sind, wie z. B. das noch viel verwendete Chromblei.

Im Anschluss an die Wolle führe ich die andern

Haare

an, welche gewerblich verarbeitet werden. Dahin gehört das Pferdehaar mit seinen Beimengungen und Surrogaten, als da sind Schweins-, Kuh- und wohl auch Menschenhaare. Meist werden ausländische, russische und amerikanische Materialien verarbeitet, die in Ballen importirt werden. Schon beim Auseinandernehmen derselben fällt viel Staub aus ihnen ab. Er besteht meist aus groben Partikeln, Bruchstücken von Haaren, Erde und Sand, Pflanzen- und Thierresten; so fand ich in einer Probe ein Fragment, das der Scheere eines Scorpions ganz ähnlich sieht. Den Athmungsorganen zugänglicher ist der bei der spätern Lockerung, Reinigung und Mischung der Haare entstehende Staub, von dem immer etwas in die Luft entweicht, obschon diese Arbeiten jetzt meist von Maschinen besorgt werden. Er ist viel feiner als der erstere, enthält wenig Haare,

meist abgestossene Schüppchen und splitterige Trümmer von solchen, welche die Luftwege stark reizen. Leider haben wir neben der mechanischen Wirkung schon öfter eine infectiöse an diesem Staub kennen gelernt, indem er Krankheiten, wie Milzbrand, von den Thieren auf die Arbeiter übertrug. (Hiezu Taf. IX, Fig. 36, 37, 38, 39.)

Im Ganzen grob und mit Erde und Sand ziemlich verunreinigt fand ich den Staub von Borsten, der beim Hecheln in Bürstenfabriken aus denselben frei wird. Zu dieser Arbeit benöthigten die viel kürzeren Borsten nicht so ausgiebige Bewegungen, wie der lange Hanf und Flachs, und der Staub verbreitet sich daher wenig in der Luft, gefährdet vielmehr bloss den betreffenden Arbeiter.

Bei der Fabrikation von Filzhüten kommen namentlich zwei, starken Staub erzeugende Operationen vor. Die lästigere und in Folge des angewendeten Quecksilbernitrats gefährlichere ist die Hasenhaarschneiderei. Es ist besonders das Aufbürsten der Haare an den gebeizten und getrockneten Fellen, welches reichlich mechanisch reizenden und chemisch giftigen Staub erzeugt. Später entsteht massenhaft feiner Haarstaub beim Abbimsen der Filzhüte, einer Arbeit, die mit dem Schleifen des Holzes in Drechslereien die grösste Aehnlichkeit hat. Der Staub besteht lediglich aus Haarstücken, zwischen denen man hin und wieder einen Bimssteinsplitter findet.

Eine wohl umschriebene Gruppe vegetabilischer Staubarten sind die bei der Reinigung von

Getreide

entstehenden. Die Müller unterscheiden schwarzen und weissen Fruchtputzereistaub und bezeichnen jenen als den lästigeren. Er entsteht bei der ersten Procedur, welche das Getreide (Weizen) durchzumachen hat und stellt den staubigen Auszug aus demselben dar. Nachher passiren die Körner andere Reinigungsmaschinen, welche dieselben abkratzen, abbürsten, die Samenfurche ausputzen, das Bärtchen an der Spitze abbrechen und die Samenhaut theilweise abheben. — Im »schwarzen« (Taf. X,

Fig. 40) Putzereistaub finden wir alle erdigen Verunreinigungen des Getreides, Grannen, Pflanzen- und Thierreste mannigfacher Art, besonders von Insekten, und viele unbestimmbare Dinge. Der weisse Staub ist im Allgemeinen gröber und enthält die abgebrochenen Haare und Schuppen von der Oberfläche des Getreidekorns als vorwiegende Bestandtheile. In meinen Präparaten beider Staubsorten, hauptsächlich aber im schwarzen, finden sich eine Unmasse kleiner bräunlicher Kügelchen, und hin und wieder traubige Anhäufungen von solchen; dieselben sehen manchen Pilzsporen ähnlich, doch gelang mir deren Bestimmung leider nicht.

Bedeutend feiner fand ich den Staub, der bei der Reinigung von Hafer auftritt, und noch feiner den Gerstenputzereistaub (Taf. X, Fig. 41) aus einer Mälzerei. In beiden sind reichlich feine Haare vorhanden neben splitterigen und schuppenförmigen Trümmern von Spelzen und abgeriebener Epidermis der Körner.

Auch die gekeimte Gerste, das Malz, muss vor dem Schroten verschiedene Reinigungsapparate passiren. Der Staub, den die Putzmaschine liefert, ist dem weissen Fruchtputzereistaub ganz ähnlich, enthält aber doch noch mehr grobe und auch gröbere Bestandtheile, als jener. Am gröbsten sind die Fragmente, welche beim »Poliren« des Malzes abfallen; sie kommen für die Einathmung wohl kaum in Betracht.

Ein Wort über den Mehlstaub mag dieses Capitel beschliessen. Dabei muss ich bemerken, dass unsere ostschweizerischen Mühlen hauptsächlich feines Weizenmehl produciren. Der Staub stellt den idealen Feinheitsgrad des Mehles dar, indem er fast nur aus isolirten Stärkekörnern besteht. In den maschinellen Einrichtungen der Mühlen sind gewaltige Fortschritte gemacht worden, nicht nur in rein technischer, sondern auch in Hinsicht auf die Staubverhütung. Während in alten Mühlen noch oft eine richtige Staubatmosphäre herrscht, finden sich neuere, in denen die Luft vollkommen frei von Staub erscheint, so dass von Belästigung durch den Mehlstaub nicht gesprochen werden kann. Wirkt derselbe überhaupt schädlich auf die Athmungsorgane? Autoren, wie Ogle, zweifeln, dass er in die Lungen

gelange, vielmehr soll er durch die Feuchtigkeit in den Luftwegen zurückgehalten werden.

Es erübrigt mir noch, eine Anzahl pflanzlicher und thierischer Staubarten zu besprechen, die ausser der bisherigen Gruppirung stehen, keine gemeinsamen Charaktere aufweisen und daher als

Diverse organische Staubarten

einzeln aufgeführt sein mögen.

Da ist zunächst der Tabak, welcher einer Erwähnung bedarf. Die Beobachtung einer tabaccosis pulmonum durch Zenker hat seinerzeit Aufsehen erregt, ist aber in den Hintergrund getreten, weil sie vereinzelt geblieben ist. Es scheint nicht positiv erwiesen zu sein, ob es sich dabei um Staubeinlagerung oder um etwas anderes gehandelt habe.[1]) Rochs[2]) spricht nicht von Staub, schreibt aber den Ausdünstungen des Tabaks schädliche Wirkungen auf die Arbeiter zu. Der von mir untersuchte Staub (Taf. X, Fig. 42), welcher sich in einer Cigarrenfabrik aus der Luft abgesetzt hatte, bestand aus gröbern bis sehr feinen schüppchenförmigen Trümmern der Tabakblätter, vermischt mit Strassensand, Textilfasern, Haaren etc. Ich könnte weder die Fabrikation von Cigarren, noch von Rollen- oder Schneidtabak als staubigen Betrieb bezeichnen; die Tabakblätter werden meist feucht verarbeitet, verstauben also nicht. Dagegen liegen in den Arbeitslokalen allerhand Abfälle herum, welche eintrocknen, zertreten und zerrieben werden und so zu Staub Anlass geben. Mehr Reinlichkeit könnte diesen unzweifelhaft verhüten. Stärker und durch den Betrieb selbst bedingt, mag die Staubentwickelung bei der Herstellung von Schnupftabak sein.

In Bürstenfabriken sah ich Staub entstehen von sogenannten mexikanischem Fiber, wahrscheinlich Fasern aus den Blättern einer Palme (Piassava, Attalia funifera?) Diese Fasern sind schön weiss, kommen in kurz zugeschnittenen, dicken Bündeln

1) Ziemssen's Handbuch.

2) Uffelmann, Supplement zur Zeitschrift für öff. Gesundheitspflege, Bd. XXII, 344.

zu uns und werden, wie die Borsten, noch gehechelt. Es entsteht nur mässig Staub, der unter dem Mikroskop ein recht interessantes Bild darbietet (Taf. X, Fig. 43). Die Hauptmasse desselben wird gebildet von crystallähnlichen, glasartig durchsichtigen, an einem Ende zugespitzten oder spindelförmigen Stäbchen und Bruchstücken von solchen; ganze Bündel und wirre Haufen liegen eingehüllt in Gewebsmassen von undeutlicher Structur; man findet isolirte Gefässe und Partien anscheinend parenchymatischen Gewebes, die aber möglicherweise nur Querschnitte jener Stäbchenbündel darstellen. Als Beimischung fehlen Mineralbestandtheile auch hier nicht.

Manche besonders harte grosse Samen werden zu Knöpfen verarbeitet, so Palmkern, Kopranuss (Samenkerne der Cocosnuss), Steinnuss (Samenkerne von Phytelephas macrocarpa). Von den bezüglichen Präparaten, welche aus Wiener Drechslereien stammen, zeigt Capranuss den feinsten Staub (Taf. X, Fig. 44), bestehend aus Schuppen und Splitterchen des harten Gewebes; von Palmkern wurden wenig feine, fast nur gröbere Partien mit deutlich erkennbarer Structur des Gewebes abgearbeitet, und was von Steinnuss vorliegt, sind lediglich ganz grobe, makroskopische Partikel, die für die Einathmung nicht in Betracht kommen können.

In ähnlicher Weise werden kleinere und grössere Gebrauchsgegenstände aus Knochen gefertigt. Zu dem Ende werden diese wie Holz gesägt, gedrechselt etc., wobei ein auch in den feinsten Partikeln noch ziemlich grober Staub entsteht (Taf. X, Fig. 45). Die Form seiner einzelnen Theilchen zeigt in hohem Maass eine Abhängigkeit von der Structur des Knochens (Knochenlamellen tangential, radial oder schief durchschnitten). Fast ganz aufgehoben ist diese Abhängigkeit der Form beim Staub des Knochenmehls, wie wir es in Düngerfabriken antreffen. Nur der thierische Ursprung rechtfertigt es, denselben in diesem Zusammenhang zu betrachten, denn nachdem der Knochen entfettet und entleimt ist, haben wir es lediglich mit Mineralsubstanz zu thun. In diesem Zustand zerfällt der Knochen sehr leicht und es ist daher nicht zu verwundern, dass beim Mahlen

ein feiner Staub entsteht, der wie Kalk und Gyps durch die Undichtigkeiten der Maschinen entweicht. Er besteht aus rundlichen und polyedrischen Fragmenten, von denen nur grössere Stücke gleichsam noch Reminiscenzen an die Abstammung von Knochen tragen, z. B. Lamellen, Knochenkörperchen, Kanäle von Gefässen erkennen lassen.

Ein ganz ähnliches Verhalten wie Knochen zeigt Elfenbein. Die mir vorliegenden — wahrscheinlich durch Drechseln entstandenen — Staubelemente sind ebenfalls grob, meist aber länger als die von Knochen und lassen die Zahnstruktur ganz deutlich erkennen.

Dass Horn und Fischbein einen im Wesentlichen faserigen, groben Staub liefern, ist bei der Struktur dieser Substanzen a priori zu erwarten. Der letztere besonders ist aus langen groben Elementen zusammengesetzt, während man in ersterem ausser grossen Gewebecomplexen auch feinere Trümmer findet.

Ueberrascht war ich von der Staubform des Schildkrot (Taf. X, Fig. 46). Während ich feine Splitter und Schüppchen erwartete, fand ich in dem mir zur Verfügung stehenden Präparat lauter körnige, krümmelige, brockige Elemente, untermischt mit Fasern von den Polir-Tuchscheiben. Dagegen ist Perlmutterstaub (Taf. X, Fig. 47) wie bei der Struktur der Muschelschalen vorauszusehen, aus scharfen, spitzen Splittern, zum Theil von grosser Feinheit, zusammengesetzt. Derselbe soll nicht nur auf die Athmungsorgane sehr schädlich wirken, sondern auch Anlass zu einer specifischen Erkrankung der Knochen geben, die dem unlöslichen Conchiolin zugeschrieben wird.

Ein eigenartiger Staub entsteht in manchen Gerbereien, wo Handschuhleder hergestellt wird. In einem gewissen Stadium der Verarbeitung wird die Fleischseite der Felle auf einem rotirenden Stein geschliffen. Der hierbei sich reichlich entwickelnde Staub besteht aus grösseren und kleineren Hautpartien, von denen jedoch höchstens die ganz feinen Fasern für die Einathmung in Frage kommen können.

Endlich muss ich noch zwei ausgesprochene Staubgemische erwähnen. In Schuhfabriken werden Sohlen und Absätze

mit Glaspapier durch Maschinen abgeschliffen. Dabei entsteht ein grober Schleifstaub (Taf. X, Fig. 48), der ausser Leder auch Glas, Holz, Eisen, Messing enthält, je nachdem Nägel und Schrauben der einen oder anderen Art in den Schuhen stecken. Zum Glück habe ich diese Maschinen überall mit Staubabsaugung versehen angetroffen, sodass der Arbeiter vom Staub nicht zu leiden hat.

Das bunteste Gemisch, das man sich denken kann, ist der Hadernstaub (Taf. X, Fig. 49). Darin findet man alle Arten gefärbter und ungefärbter Textilfasern, Haare, Stroh, Blattreste, Holz, Erde, Steinchen, Pilzsporen, Insektenleichen etc. Im Staub aus einer Hadernsortirerei habe ich regelmässig eine Milbe gefunden, oder besser gesagt meist nur die Chitinhülle einer solchen. Die Bestimmung gelang mir leider nicht, doch kann ich mit Sicherheit sagen, dass es nicht die menschliche Krätzmilbe war.

Wegen seiner infektiösen Eigenschaften ist über die Wirkung des Hadernstaubes wohl am meisten von allen organischen Staubarten geschrieben worden. Die von einzelnen Autoren angenommene specifische Hadernkrankheit hält zwar vor den neueren bacteriologischen Forschungen je länger desto weniger Stand. Doch ist die Uebertragung anderer Krankheiten sicher. Fremmert[1]) betont aber, dass der Hadernstaub nicht nur Infectionskrankheiten erzeugen könne, sondern dass er entschieden das Zustandekommen von gut- und bösartigen Catarrhen der Conjunctiva, der Nasen-, Mund- und Rachenschleimhaut begünstige, vor allem aber die eigentlichen Respirationsorgane in schädlicher Weise beeinflusse. Dem Besucher einer Hadernsortirerei, in welcher nicht hinreichend für Absaugung des Staubes gesorgt ist, entgeht denn auch nicht ein beständiges Hüsteln und Räuspern der Arbeiterinnen, das sich bald auch bei ihm selber einstellt. Dazu mag beim Neuling freilich der Ekel erregende Geruch und Geschmack mitwirken, welcher dem Hadernstaub gewöhnlich anhaftet.

Ueber die Mitwirkung vieler der erwähnten organischen Staubarten finden sich in der Literatur noch keine Aufzeich-

1) Fremmert, Ueber die Morbiditätsverhältnisse in Papierfabriken. Zeitschr. f. öff. Gesundheitspflege, Bd. XXIII, 529.

nungen, namentlich fehlen statistische Angaben. Es ist aber auch vorauszusehen, dass nicht jeder derselben ein specifischer Einfluss auf die Arbeiter zukommt, und leicht zu begreifen, dass der Antheil des Staubes an der Mortalität und Morbidität einer bestimmten Arbeiterschaft schwer zu isoliren ist.

V.

Ueber prophylaktische Maassregeln gegen die Staubinhalationskrankheiten habe ich im Verlauf der bisherigen Darstellung nur gelegentlich wenige Bemerkungen einfliessen lassen, es scheint mir aber in meiner Aufgabe zu liegen, ihrer im Zusammenhang kurz zu gedenken.

Die wirksamste Massregel wäre

1. die Verhütung des Staubes. Wo dies bewirkt werden kann, geschieht es gewöhnlich durch Anfeuchten oder Nasshalten der zu bearbeitenden Materialien oder Gegenstände. So kann man Metall, Stein, Glas unter Umständen nass schleifen, statt trocken; man kann den zu behauenden Stein mit Wasser besprengen, die Lumpen vor dem Reissen, die Thonscherben vor dem Mahlen aufeuchten und dadurch die Staubentwickelung verringern oder ganz unterdrücken. Allein bei vielen Arbeiten lässt sich der Staub schlechterdings nicht vermeiden, es gilt dann, ihn möglichst unschädlich zu machen. In dieser Beziehung hat

2. die Einführung von Maschinen an Stelle der Handarbeit Grossartiges geleistet. Wenn wir uns vorstellen, dass all die Baumwolle, all das Pferdhaar noch von Hand gelockert und entstaubt werden müsste, welch' abscheuliche Arbeit wäre das! Aehnliche Verrichtungen, deren Uebertragung an die Maschine sehr zu begrüssen wäre, gibt es noch viele, man denke nur an das Aufbürsten der gebeizten Felle in der Hasenhaarschneiderei. Wo die Maschine sich nicht anwenden lässt, oder ungenügend arbeitet, müssen wir auf andere Mittel Bedacht nehmen. Da wird in erster Linie genannt

3. Ventilation der Arbeitsräume. Diese soll so wie so vorhanden sein, ist in jeder Beziehung zu begrüssen, aber für

die Staubentfernung leistet sie meistens nicht, was man von ihr erwartet. Wenn wir z. B. in einer Holz- oder Eisenschleiferei einen starken Ventilator anbringen, was erreichen wir dadurch weiter, als eine Verdünnung des in der Luft suspendirten Staubes! Wo dieser stets von Neuem entsteht, wird die Luft trotz aller Abzugskamine und Windflügel immer mit Staub beladen sein. Es ist ein grosser Fehler, zuerst das Arbeitslokal sich mit Staub oder schädlichen Gasen füllen zu lassen und dann zu ventiliren. Vielmehr soll man darnach streben

4. den nicht zu vermeidenden Staub an seiner Quelle zu fassen und abzuleiten, also zu verhüten, dass er sich überhaupt der Luft des Arbeitssaales mittheilt. Diese Staubabsaugungsanlagen müssen sich nach den besondern lokalen und maschinellen Verhältnissen richten. Bereits bestehen eine ansehnliche Zahl solcher Constructionen an Maschinen und in Etablissementen der verschiedensten Art und die Technik gibt uns immer neue Hilfsmittel an die Hand, dieselben auch dort einzurichten, wo Motoren und Transmissionen fehlen (Gewicht-, Wasserdruck-, elektrische Ventilatoren).

5. Wo hygroskopischer Staub vorkommt, wie z. B. in Baumwollspinnereien, hilft Luftbefeuchtung wesentlich zur Klärung der Atmosphäre, wie zur Verminderung des entstehenden Staubes.

Doch auch die Abführung des Staubes von der Quelle weg, kann bis jetzt nicht überall eingerichtet werden. In diesen Fällen müssen wir durch

6. die persönliche Ausrüstung und das Verhalten des Arbeiters dem Einfluss des Staubes entgegen zu wirken suchen. Die Augen soll eine Schutzbrille bedecken; gegen das Eindringen von Staub in Mund und Nase halte ich einen starken Schnurrbart gar nicht für so werthlos, wie er von mancher Seite taxirt wird; wenn nur ein kurzer, periodischer Aufenthalt in staubigem Raum nöthig ist, leistet ein vorgebundenes Tuch ganz gute Dienste; sonst aber stehen ja eine Menge, zum Theil sehr empfehlenswerther Respiratoren zur Verfügung. Die Gewöhnung, während der Arbeit nicht zu sprechen und durch die Nase, statt

durch den Mund zu athmen, ist ebenfalls ein wirksam schützendes Hilfsmittel.

Was aber thun, wenn die Staubeinathmung nicht, oder nicht genügend verhindert werden kann? Die Thierversuche von Arnold haben gezeigt, dass die Lungen bestrebt sind, sich fortwährend von dem eingedrungenen Staub zu befreien, dass sie denselben so gut als möglich entfernen, wenn sie genügend Zeit dazu haben. Mittel, den Organismus hierin zu unterstützen, sind

7. Verkürzung der Arbeitszeit, Einführung von Zwischenpausen, welche in staubfreier Luft zuzubringen sind, öfterer Wechsel der staubigen und nicht staubigen Arbeit.

8. Endlich ruft Dr. Sommerfeld[1]) die Gesetzgebung direct mit zum Kampfe gegen die verheerende Staubwirkung auf, indem er ein Verbot verlangt, das schwächliche, mit Lungenkrankheiten erblich belastete Individuen von gefährlichen staubigen Arbeiten fern halten soll.

So wohlgemeint diese Forderung ist, fürchte ich, dass ihre Erfüllung nicht die gehoffte Wirkung haben würde. Für meinen Theil halte ich es für besser und für richtiger, nach Möglichkeit die Arbeitsbedingungen günstiger zu gestalten, dass auch die weniger kräftigen Naturen ohne besondere Gefährde in dem ihnen zugänglichen oder von ihnen bevorzugten Beruf thätig sein können. Dies ist zwar eine schwere, aber eine hohe Aufgabe. Ihre Lösung wird um so mehr Fortschritte machen, je mehr die mannigfachen Schäden bekannt werden, welche die verschiedenen Arbeitsverrichtungen in sich bergen. Möge die vorliegende Arbeit dieser Erkenntnis förderlich sein.

1) Sommerfeld, Die Berufskrankheiten der Steinhauer.

Druck von R. Oldenbourg in München.



Fig.



Fig. 1



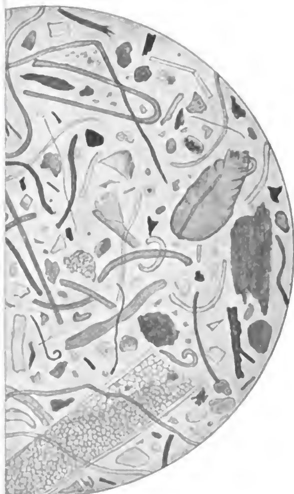
Fig 32. Holzkohlenstai



Fig. 34. Hanfcarderiest



b von Schuhsohlen und Absätzen.



49. Hadernstaub.